

## 龙麦 19 *Gli-A1/Glu-A3* 位点近等基因系低分子 麦谷蛋白亚基(LGW-GS)鉴定

宋维富<sup>1,2</sup>,赵海滨<sup>1,2</sup>,张延滨<sup>1,2</sup>,李集临<sup>1</sup>,姜焕焕<sup>1,2</sup>,丁琦<sup>1,2</sup>,宋庆杰<sup>2</sup>

(1. 哈尔滨师范大学 生命科学与技术学院,黑龙江 哈尔滨 150025;2. 黑龙江省农业科学院 作物育种研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为了鉴定小麦品种龙麦 19(L-19,2\*,7+9,2+12)和一对 L-19 的 *Gli-A1* 位点醇溶蛋白近等基因系 L-19-626(2\*,7+9,5+10)与 L-19-613(2\*,7+9,5+10)中与 *Gli-A1* 位点紧密连锁的 *Glu-A3* 位点低分子麦谷蛋白亚基(LMW-GS),利用一套 *Glu-A3* 位点特异低分子麦谷蛋白亚基 STS 标记对 L-19、L-19-613、L-19-626 及 L-19/L-19-626 的 F<sub>2</sub> 个体进行 PCR 扩增。结果表明:在具有醇溶蛋白 *Gli-A1m* 的个体中(L-19-626 类型),*Glu-A3e* 反应均为阳性,在不具有醇溶蛋白 *Gli-A1m* 的个体中(L-19 和 L-19-613 类型),*Glu-A3c* 反应均为阳性。说明编码 L-19-626 醇溶蛋白的 *Gli-A1m* 基因与编码 LMW-GS 的 *Glu-A3e* 基因紧密连锁,编码 L-19 和 L-19-613 的 *Gli-A1* 位点醇溶蛋白基因(未命名)与编码 LMW-GS 的 *Glu-A3c* 基因紧密连锁。因此,L-19-626 与 L-19-613 近等基因系品质间的差别很可能是由其 LMW-GS *Glu-A3e* 与 *Glu-A3c* 基因间的差异引起的。

**关键词:**低分子麦谷蛋白亚基;近等基因系;STS 标记

**中图分类号:**S512;Q813

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2012)02-0001-05

小麦贮藏蛋白主要包括麦谷蛋白和麦醇溶蛋白,是面筋的主要成分。根据十二烷基硫酸钠聚丙烯酰胺凝胶电泳(Sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis, SDS-PAGE)的迁移率,麦谷蛋白亚基分为高分子量麦谷蛋白亚基(HMW-GS)和低分子量麦谷蛋白亚基(LMW-GS)。编码 HMW-GS 的基因位于第一同源组群染色体长臂的 *Glu-A1*、*Glu-B1* 和 *Glu-D1* 位点(统称 *Glu-1* 位点),而编码 LMW-GS 的基因位于第一同源组群染色体短臂上的 *Glu-A3*、*Glu-B3* 和 *Glu-D3* 位点(统称 *Glu-3* 位点)<sup>[1-2]</sup>。依照在酸性聚丙烯酰胺凝胶电泳(Acid polyacrylamide gel electrophoresis, A-PAGE)中的迁移率,醇溶蛋白被分为四组:α-(最快的迁移率),β-,γ-和 ω-醇溶蛋白(最慢的迁移率)。醇溶蛋白主要由第 1、6 部分同源群染色体短臂上的 *Gli-1*(*Gli-A1*、*Gli-B1* 和 *Gli-D1*)和 *Gli-2*(*Gli-A2*、*Gli-B2* 和 *Gli-D2*)位点编码<sup>[1-2]</sup>。

HMW-GS 易于用 SDS-PAGE 区分,人们对其等位基因变异及其与小麦品质的关系等研究较为深入<sup>[3-9]</sup>。编码 LMW-GS 基因数目较多、分子量与醇溶蛋白相近、且在遗传上与醇溶蛋白紧密连锁、在 SDS-PAGE 电泳图谱上与大量的醇溶蛋白相互重叠,区分的难度较大,因此对 LMW-GS 与品质参数之间关系的研究相对较少<sup>[1-2,10-14]</sup>。对不同 LMW-GS 亚基的准确鉴定是研究其与小麦品质关系的前提。

L-19-626 与 L-19-613 是该课题组 2000 年利用加拿大小麦品种 Maquis 为 HGW-GS 5+10 亚基供体,小麦品种龙麦 19(L-19,2\*,7+9,2+12)为 5+10 亚基受体经 6 次选择性回交得到的 HGW-GS 为 2\*,7+9,5+10 姊妹系。2002 年吕晓波利用 A-PAGE 发现 L-19-626 比 L-19-613 多 3 条醇溶蛋白谱带,由于这 3 条谱带与其供体 Maquis 谱带位置相同,初步判定它们来自供体亲本 Marquis,并发现它们对小麦多项加工品质有负向的遗传学效应<sup>[15]</sup>。该课题组的进一步研究发现 L-19-626 在多出 3 条谱带的同时,也缺少了 L-19 和 L-19-613 品种中的 2 条谱带,来自 5+10 亚基供体 Maquis 的 3 条醇溶蛋白谱带是一个紧密连锁遗传的醇溶蛋白块,并确定编码该醇溶蛋白块的基因为 *Gli-A1m*,L-19 和 L-19-613 品种中 L-19-626 没有的 2 条谱带与目前已知蛋白块的

收稿日期:2011-12-15

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30871525)

第一作者简介:宋维富(1982-),男,黑龙江省甘南县人,在读博士,从事小麦遗传育种研究。E-mail: songweifufu1121@126.com。共同第一作者赵海滨(1974-),男,在读博士。

通讯作者:张延滨(1957-),男,江苏省仪征市人,硕士,研究员,从事小麦品质遗传及育种研究。E-mail: yanbin\_zhang@163.com。

带型均不相同,可能是一个尚未命名的 *Gli-A1* 位点基因编码的醇溶蛋白块<sup>[16]</sup>。同时证实 *Gli-A1m* 蛋白块和小麦烘烤品质的下降显著相关<sup>[17]</sup>。有研究表明 *Gli-A1m* 与 *Glu-A3e* 紧密连锁<sup>[18]</sup>,尽管一些作者已将特定的醇溶蛋白等位基因与面包制作的品质联系起来,但现在一般认为对小麦品质以及面筋强度起作用的可能是与这些醇溶蛋白基因紧密连锁的 LMW-GS<sup>[2,19]</sup>。因此对 L-19-626 与 L-19-613 *Glu-A3* 位点进行检测是必要的。

传统鉴定 LMW-GS 的方法主要是麦谷蛋白的 SDS-PAGE,双向电泳(Two-dimensional gel electrophoresis, 2-DE)、基质辅助激光解吸电离飞行时间质谱技术(Matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry, MALDI-TOF-MS)和 LMW-GS 的分子标记辅助选择体系<sup>[14]</sup>。LMW-GS 的分子标记辅助选择体系和其它方法比较,对技术要求较低,结果比较可靠<sup>[13-14]</sup>。为此该试验利用 Wang 等<sup>[13]</sup>开发的一套鉴定小麦 *GluA3* 位点 LMW-GS 的 STS 标记对近等基因系 L-19-626 与 L-19-613 及其杂交后代的 LMW-GS 进行了分析鉴定。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

选取 L-19、L-19-626 和 L-19-613 以及 22 份 L-19 与 L-19-626 的杂交后代作为鉴定材料,对照品种为含有 *Glu-A3* 位点不同 LGW-GS 的小麦品种包括中国春(*Glu-A3a*)、内乡 188(*Glu-A3a*)、Pitic(*Glu-A3c*)、Seri(*Glu-A3c*)、Thomas Nevado(*Glu-A3c*)、Kanto 107(*Glu-A3c*)、Marquise(*Glu-A3e*)、Neepwa(*Glu-A3e*)、Klein Martillo(*Glu-A3e*)、Pavon(*Glu-A3b*)、Opata(*Glu-A3b*)<sup>[14]</sup>。除中国春、Marquise 和 Neepwa 外,其它对照均来自中国农业科学院作物科学研究所夏先春博士处。

### 1.2 小麦基因组的提取

采用 CTAB 法提取小麦籽粒基因组 DNA。利用紫外分光光度计检测 DNA 浓度,稀释至终浓度 100 ng·μL<sup>-1</sup>。

### 1.3 引物序列的合成

根据文献<sup>[13]</sup>合成 *Glu-A3* 蛋白亚基 *Glu-A3a*、*Glu-A3b*、*Glu-A3ac*、*Glu-A3d*、*Glu-A3e*、

*Glu-A3f* 和 *Glu-A3g* 特异性 STS 标记引物,由上海生工有限公司合成。

### 1.4 PCR 反应的体系及程序

模板 DNA 50 ng, Taq 酶 1 U[宝生物工程(大连)有限公司],上、下游引物(10 μmol·L<sup>-1</sup>)各 0.6 μL, dNTP(2.5 μmol·L<sup>-1</sup>)0.8 μL, 10×buffer (Mg<sup>2+</sup> plus)2.5 μL, 用无菌蒸馏水补充反应体系至 20 μL。PCR 反应程序:首先 94℃ 5 min;然后 94℃ 变性 35 s, 55℃ 退火 35 s, 72℃ 延伸 1 min, 共 40 个循环;最后 72℃ 延伸 10 min, 4℃ 保温。扩增产物在 1.5% 琼脂糖胶中电泳,用凝胶成像系统观察照相。

## 2 结果与分析

用 7 对引物对供试材料 DNA 进行 PCR 扩增,有 3 对引物即 *gluA3a*、*gluA3ac*、*gluA3e* 扩增出特异片段。根据报道标记 *Glu-A3a* 在含有 *Glu-A3a* 亚基的材料中出现 529 bp 的 PCR 扩增片段,如图 1 中的对照品种中国春。标记 *Glu-A3ac* 在含有 *Glu-A3c* 或 *Glu-A3a* 亚基的材料中出现 573 bp 的 PCR 扩增产物如图 2 中的对照品种中国春,对照品种 Pitic, L-19, L-19-613, D6907,但该引物在对照品种 Seri 没有扩增出相应条带。*Glu-A3e* 在含有 *Glu-A3e* 亚基的材料中出现 158 bp 的 PCR 扩增片段,如图 3 中对照品种 Marquise, L-19-626。其余 4 对引物没有扩增出特异性条带。所有供试材料的低分子麦谷蛋白(HGW-GS)亚基鉴定结果见表 1。

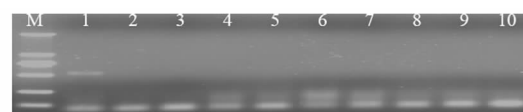


图 1 *Glu-A3a* 引物扩增结果

Fig. 1 Electrophoresis of PCR products of *Glu-A3a* primer sets on agarose gels

用作 PCR 电泳处理的材料分别为:1. 中国春(*Glu-A3a*); 2. Pitic(*Glu-A3c*); 3. Seri(*Glu-A3c*); 4. Marquise(*Glu-A3e*); 5. L-19; 6. L-19-613; 7. L-19-626; 8. Pavon(*Glu-A3b*); 9. Opata(*Glu-A3b*); 10. D6907; M 为 DNA Ladder 2000(100, 250, 500, 750, 1000 and 2000 bp)。下同。

Materials used as PCR templates were: 1. Chinese Spring(*Glu-A3a*); 2. Pitic(*Glu-A3c*); 3. Seri(*Glu-A3c*); 4. Marquise(*Glu-A3e*); 5. L-19; 6. L-19-613; 7. L-19-626; 8. Pavon(*Glu-A3b*); 9. Opata(*Glu-A3b*); 10. D6907; M. DNA Ladder 2000 (100, 250, 500, 750, 1000 and 2000 bp). The same below.

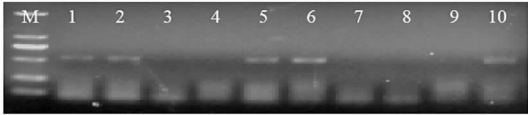


图 2 *Glu-A3ac* 引物扩增结果

Fig. 2 Electrophoresis of PCR products of *Glu-A3ac* primer sets on agarose gels



图 3 *Glu-A3e* 引物扩增结果

Fig. 3 Electrophoresis of PCR products of *Glu-A3e* primer sets on agarose gels

表 1 低分子麦谷蛋白亚基 *Glu-A3* 位点鉴定结果

Table 1 Identification results of LMW-GS genes at the *Glu-A3* locus

材料名称 Cultivar	LMW-GS genes						
	<i>Glu-A3a</i>	<i>Glu-A3ac</i>	<i>Glu-A3b</i>	<i>Glu-A3e</i>	<i>Glu-A3d</i>	<i>Glu-A3f</i>	<i>Glu-A3g</i>
1 中国春( <i>Glu-A3a</i> )	+	+	—	—	—	—	—
2 内乡 188( <i>Glu-A3a</i> )	+	+	—	—	—	—	—
3 Pipic( <i>Glu-A3c</i> )	—	+	—	—	—	—	—
4 Seri( <i>Glu-A3c</i> )	—	—	—	—	—	—	—
5 Thomas Nevado( <i>Glu-A3c</i> )	—	+	—	—	—	—	—
6 Kanto 107( <i>Glu-A3c</i> )	—	+	—	—	—	—	—
7 Maquise( <i>Glu-A3e</i> )	—	—	—	+	—	—	—
8 Neepwa( <i>Glu-A3e</i> )	—	—	—	+	—	—	—
9 Klein Martillo( <i>Glu-A3e</i> )	—	—	—	+	—	—	—
10 L-19	—	+	—	—	—	—	—
11 L-19-613	—	+	—	—	—	—	—
12 L-19-626( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
13 Pavon( <i>Glu-A3b</i> )	—	—	—	—	—	—	—
14 Opata( <i>Glu-A3b</i> )	—	—	—	—	—	—	—
15 D6907	—	+	—	—	—	—	—
16 D6911	—	+	—	—	—	—	—
17 D6925	—	+	—	—	—	—	—
18 D6928	—	+	—	—	—	—	—
19 D6968	—	+	—	—	—	—	—
20 D6974	—	+	—	—	—	—	—
21 D6903( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
22 D6912	—	+	—	—	—	—	—
23 D6922( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
24 D6923( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
25 D6926( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
26 D6930	—	+	—	—	—	—	—
27 D6931( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
28 D6932( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
29 D6933( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
30 D6951-3( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
31 D6951-5( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
32 D6951-6( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
33 D6975	—	+	—	—	—	—	—
34 D6991( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
35 D6993( <i>Gli-A1m</i> )	—	—	—	+	—	—	—
36 D9701-8	—	+	—	—	—	—	—

注: +表示扩增出特异条带;—表示未扩增出特异条带;15~36 为 L-19/L-19-626 的 F<sub>2</sub> 个体。  
Note: + indicates could amplify specific bands;— indicates couldn't amplify specific bands;15~36 indicate F<sub>2</sub> progeng of L-19/L-19-626.

### 3 结论与讨论

为了验证 STS 特异引物及方法的可靠性,在该试验中共加入了 11 个已知 LMW-GS 的对照品种,结果表明引物 *Glu-A3a*、*Glu-A3e* 都能在其相对应的对照品种中扩增出特异条带,除对照品种 Seri 以外,*Glu-A3ac* 引物都能在其相对应的对照品种中扩增出特异条带。在其它对照品种中无 PCR 产物。引物 *Glu-A3b* 在 2 个对照品种 Pavon 和 Opata 中均未扩增出特异条带,多次重复也未扩增出特异条带,其原因有待进一步研究。在该试验中引物 *Glu-A3d*、*Glu-A3f*、*Glu-A3g* 没有相应的对照品种,但在所有供试材料中也未扩增出特异条带。

该研究在具有醇溶蛋白 *Gli-A1m* 的个体中(L-19-626 类型),*Glu-A3e* 的分子标记反应均为阳性,说明编码 L-19-626 醇溶蛋白的 *Gli-A1m* 与编码 LMW-GS 的 *Glu-A3e* 紧密连锁,这一结果与前人报道的 *Gli-A1m/Glu-A3e* 紧密连锁结果是一致的<sup>[18]</sup>。在不具有醇溶蛋白 *Gli-A1m* 的个体中(L-19 和 L-19-613 类型),*Glu-A3c* 的分子标记反应均为阳性,说明编码 L-19 和 L-19-613 醇溶蛋白 *Gli-A1* 位点的基因(未命名)与编码 LMW-GS 的 *Glu-A3c* 紧密连锁,与前人报道的结果 *Gli-A1a/Glu-A3c*<sup>[18]</sup> 不同。是否因为在不同的品种中,*Glu-A3* 位点编码的 LMW-GS 和其紧密连锁 *Gli-A1* 位点编码的醇溶蛋白会有不同还有待进一步研究。但至少表明在特定群体中利用醇溶蛋白标记 LMW-GS 也是一个适合在育种过程中应用的,比较简单易行的方法。该试验表明这一套 STS 分子标记中的 *Glu-A3a*、*Glu-A3ac*、*Glu-A3e* 的标记是可用性非常好的标记,适合在育种中应用。

由于编码 L-19-626 醇溶蛋白的 *Gli-A1m* 与编码 LMW-GS 的 *Glu-A3e* 紧密连锁,编码 L-19 和 L-19-613 醇溶蛋白 *Gli-A1* 位点的基因(未知)与编码 LMW-GS 的 *Glu-A3c* 紧密连锁,因此在吕晓波<sup>[15]</sup>、任梓源<sup>[17]</sup> 研究中 L-19-626 与 L-19-613 近等基因系品质间的差别,用编码两者 LMW-GS 的 *Glu-A3e* 和 *Glu-A3c* 基因间差异来解释比用编码两者醇溶蛋白基因间差异来解释更加符合当前对小麦胚乳储藏蛋白研究的结果<sup>[2,19]</sup>。

### 参考文献:

- [1] Payne P I. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality [J]. Annual Review of Plant Physiology, 1987, 38: 141-153.
- [2] Gianibelli M C, Larroque O R, MacRitchie F, et al. Biochemical, genetic, and molecular characterization of wheat endosperm proteins [J/OL]. American Association of Cereal Chemists. Publication no. C-2001-0926-010. 1-20. Available: <http://www.aaccnet.org/cerealchemistry/freearticle/gianibelli.pdf>.
- [3] Payne P I, Nightingale M A, Krattiger A F, et al. The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of British-grown wheat varieties [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1987, 40(1): 51-65.
- [4] Ng P K W, Bushuk W. Statistical relationships between high molecular weight subunits of glutenin and breadmaking quality of Canadian-Grown wheats [J]. Cereal Chemistry, 1988, 65(5): 408-413.
- [5] Rogers W J, Payne P J, Harinder K. The HMW glutenin subunit and gliadin compositions of German-grown wheat varieties and relationship with bread-making quality [J]. Plant-Breeding, 1989, 103(2): 89-100.
- [6] Popineau Y, Cornec M, Lefebvre J, et al. Influence of high Mr glutenin subunits on glutenin polymers and rheological properties of glutes and gluten subfractions of near-isogenic lines of wheat Sicco [J]. Journal of Cereal Science, 1994, 19(3): 231-241.
- [7] 赵和, 卢少源, 李宗智. 小麦高分子量麦谷蛋白亚基遗传变异及其与品质和其它农艺性状关系的研究 [J]. 作物学报, 1994, 20(1): 67-75.
- [8] 宋建民, 吴祥云, 刘建军, 等. 小麦品质的麦谷蛋白亚基评定标准研究 [J]. 作物学报, 2003, 29(6): 829-834.
- [9] Lü Xiaobo, Zhang Yanbin, Song Qingjie, et al. Qualitative difference between HMW-GS 5+10 and 2+12 NILs of four spring wheat cultivars with high-quality genetic background [J]. Agricultural Science in China, 2004, 3(8): 568-574.
- [10] Gupta R B, Shepherd K W. Two-step one-dimensional SDS-PAGE analysis of LMW subunits of glutelin 1. Variation and genetic control of the subunits in hexaploid wheats [J]. Theor Appl Genet, 1990, 80: 65-74.
- [11] Sontag-Strohm T, Payne P I, Salovaara H. Effect of allelic variation of glutenin subunits and gliadins on baking quality in the progeny of two biotypes of bread wheat cv. Ulla [J]. Journal of Cereal Science, 1996, 24(2): 115-124.
- [12] Branlard G, Dardevet M, Amieur N, et al. Allelic diversity of HMW and LMW glutenin subunits and omega-gliadins in French bread wheat (*Triticum aestivum* L.) [J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 2003, 50(7): 669-679.
- [13] Wang L H, Li G Y, Peña R J, et al. Development of STS markers and establishment of multiplex PCR for Glu-A3 alleles in common wheat (*Triticum aestivum* L.) [J]. Journal of Cereal Science, 2010, 51: 305-312.

- [14] Liu L, Ikeda T M, Branlard G, et al. Comparison of low molecular weight glutenin subunits identified by SDS-PAGE, 2-DE, MALDI-TOF-MS and PCR in common wheat[J]. BMC Plant Biology, 2010, 10: 124.
- [15] 吕晓波. 小麦近等基因系 HMW-GS 2+12 和 5+10 对蛋白组分和品质的效应[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2004.
- [16] 姜焕焕, 张延滨, 李集临, 等. 龙麦 19 *Glu-D1* 位点近等基因系 5+10 供体品种醇溶蛋白块鉴定[J]. 黑龙江农业科学, 2011(5): 1-3.
- [17] 任梓源. 生产密度下 5+10 亚基在小麦品种中的遗传效应及 Mx 醇溶蛋白块对小麦品质的影响[D]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2009.
- [18] Michael A K, Partridge, Amanda S. Hill, et al. Two-Site Sandwich ELISA for Discriminating Different *Gli-1* (gliadin)/*Glu-3* (LMW-glutenin subunit) Alleles in Hexaploid Wheat[J]. Cereal Chemistry, 2001, 78(3): 294-302.
- [19] Payne P I, Jackson E A, Holt L M. The association between gamma-gliadin 45 and gluten strength in durum wheat varieties: a direct causal effect of the result or genetic linkage[J]. Journal of Cereal Science, 1984, 2(2): 73-81.

## LMW-GS Identification at *Gli-A1/GluA3* Loci in NILs of Wheat Variety Longmai 19

SONG Wei-fu<sup>1,2</sup>, ZHAO Hai-bin<sup>1,2</sup>, ZHANG Yan-bin<sup>1,2</sup>, LI Ji-lin<sup>1</sup>, JIANG Huan-huan<sup>1,2</sup>, DING Qi, SONG Qing-jie<sup>2</sup>

(1. Life Science and Technology College of Harbin Normal University, Harbin, Heilongjiang 150025; 2. Crop Breeding Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** In order to identify LMW-GS at *Glu-A3* locus linked with *Gli-A1* locus in common wheat variety Longmai 19 (L-19, HMW-GS 2\*, 7+9, 2+12) and a pair of NILs (L-19-613 and L-19-626) at *Gli-A1* locus with genetic background of Longmai 19 with HMW-GS 5+10, the materials that L-19, L-19-626 and L-19-613, F<sub>2</sub> progeny of L-19/L-19-626 were assayed by a set STS markers of LMW-GS at *Glu-A3* locus. The results showed that *Glu-A3e* amplified specific band in L-19-626 type materials with gliadin *Gli-A1m*, in L-19 and L-19-613 type materials without gliadin *Gli-A1m*, *Glu-A3c* amplified specific band. These results indicated the *Gli-A1m* at *Gli-A1* locus was linked with LGW-GS *Glu-A3e* at *Glu-A3* locus and the undesigned gliadin at *Gli-A1* locus in L-19-613 and L-19 were linked with LGW-GS *Glu-A3c* at *Glu-A3* locus. It was possible that quality difference between NILs L-19-626 and L-19-613 was due to LMW-GS gene difference of *Glu-A3e* and *Glu-A3c* at *Glu-A3* locus.

**Key words:** LMW-GS; NILs; STS marker

(该文作者还有于海洋、张春利、辛文利、肖志敏, 单位均为黑龙江省农业科学院作物育种研究所)

致谢: 感谢夏先春博士提供 LMW-GS 对照品种及在试验中提供的各种帮助。

### 第五届全国杂粮产业大会 2012 年 3 月在北京召开

2012 年 3 月 29~30 日 北京温都水城·湖湾西区酒店

全国杂粮产业大会已在沈阳、天津、北京、长春成功举办了四届, 第五届全国杂粮产业大会 2012 年 3 月 29~30 日在北京召开, 届时全国杂粮经销商与采购商、加工企业、农场、粮机与包装物企业、育种单位与种子经销商、科研院校、各级粮食农业部门的领导、专家、企业家齐聚首都, 共商产业发展大计。大会组委会诚邀您光临!

#### 大会内容

##### 产业高峰论坛

- ◎全国杂粮产业趋势与 2011 年生产情况分析
- ◎2012 年杂粮市场行情分析
- ◎杂粮深加工产品开发方向
- ◎进出口现状与供求关系变化
- ◎互动交流: 全国杂粮主产省生产情况、全国主要杂粮批发市场价格走势

##### 杂粮产品展洽会

参观考察 参观北京市锦绣大地玉泉路粮油批发市场

##### 组织机构

主办: 全国杂粮产业联盟 中国农学会特产分会 农特网 吉林省农特产品加工协会

组委会秘书处(吉林省农特产品加工协会)

电话: 0431-86931008 传真: 0431-87835765 邮箱: ntcpijg@126.com

更多精彩内容请登录“农特网”[www.nongtewang.com](http://www.nongtewang.com)