

# 小麦骨干亲本南大 2419 对衍生品种(系) HMW-GS 的贡献分析

相吉山<sup>1,2</sup>, 杨欣明<sup>1</sup>, 李秀全<sup>1</sup>, 刘伟华<sup>1</sup>, 高爱农<sup>1</sup>, 李立会<sup>1</sup>, 马晓岗<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>中国农业科学院作物科学研究所/国家农作物基因资源与基因改良重大科学工程, 北京 100081;

<sup>2</sup>新疆农垦科学院作物研究所/谷物品质与遗传改良兵团重点实验室, 石河子 832000; <sup>3</sup>青海大学, 西宁 810016)

**摘要:**南大 2419 是我国小麦育种的骨干亲本之一。为了了解南大 2419 对衍生品种(系) HMW-GS 的贡献, 本研究利用 SDS-PAGE 技术对南大 2419 及其 99 个衍生品种(系)的 HMW-GS 组成与演变进行了分析。结果表明, 南大 2419 HMW-GS 组成为 N/7 + 8/2 + 12, 品质得分 7 分。衍生品种(系)的平均品质得分 7.62 分, 高于亲本南大 2419; 其中 N/7 + 8/2 + 12 组合的品种占 45.45%, 且该类型在每一代都是优势组合。南大 2419 HMW-GS 在后代中得到了较好的遗传, 在子一代到子四代中, Null, 7 + 8, 2 + 12 亚基出现的频率均高于 50%, 最高可达 100%。衍生品种(系)中, 12 个大面积推广的品种都具有与南大 2419 相同的丰产性高、适应性好和抗性强的优点, 但 HMW-GS 均不是优质组合。说明骨干亲本南大 2419 由于本身品质上的局限, 对其衍生品种在品质遗传改良上的贡献很小, 其主要贡献是传递丰产性状。

**关键词:**南大 2419; 骨干亲本; 衍生品种; HMW-GS; 品质

## The Analysis of HMW-GS Evolution in Mentana and its Derivatives

XIANG Ji-shan<sup>1,2</sup>, YANG Xin-ming<sup>1</sup>, LI Xiu-quan<sup>1</sup>, LIU Wei-hua<sup>1</sup>, GAO Ai-nong<sup>1</sup>, LI Li-hui<sup>1</sup>, MA Xiao-gang<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>The National Key Facility for Crop Gene Resources and Genetic Improvement/ Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; <sup>2</sup>Key Lab of Xinjiang Production and Construction Corps for Cereal Quality Research and Genetic Improvement/ Institute of Crop Research, Xinjiang Academy of Agri-Reclamation Sciences, Shihezi 832000; <sup>3</sup>Qinghai University, Xining 810016)

**Abstract:** Mentana is one of the backbone parents in wheat breeding of China. In order to investigate the contribution of Mentana in quality breeding, the HMW-GS combination and evolution of Mentana and its derivatives were analyzed by SDS-PAGE. The results showed that the HMW-GS combination of Mentana was N/7 + 8/2 + 12 and its quality score was 7. The average quality score of the derivatives was 7.62, which was higher than Mentana. 45.45% derivatives carried the same HMW-GS as Mentana, and it was dominant in every generation. The heredity of HMW-GS from Mentana was stable, and its frequency was over 50%, and even 100% in the first to the fourth generation. Twelve Mentana-derived varieties planted in large areas had same merits as Mentana such as high yield, good adaptability, and strong disease resistance. The results indicated that the backbone parent Mentana contributed little in quality, but more in stripe rust resistance and high yield potential.

**Key words:** Mentana; backbone parent; derived variety; HMW-GS; quality

小麦是我国主要的粮食作物之一, 其生产发展离不开各个时期的大面积推广品种及小麦育种骨干亲本<sup>[1]</sup>。庄巧生<sup>[2]</sup>认为, 小麦骨干亲本是对小麦生

产贡献较大的育种材料, 在杂交育种中起着骨干作用, 衍生的推广品种数目较多。我国早期小麦育种的 16 个骨干亲本包括蚂蚱麦、燕大 1817、江东门、

收稿日期: 2013-04-08 修回日期: 2013-06-06 网络出版日期: 2013-10-22

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20131022.1536.003.html>

基金项目: 农业部作物种质资源保护项目(NB07-2130135-(25-30)-21); 新疆兵团青年科技创新资金(2013CB022); 新疆农垦科学院引导计划(44YYD201204)

第一作者主要从事小麦遗传育种研究。E-mail: xiangjsh@163.com

通信作者: 马晓岗, 主要从事麦类作物种质资源保护、评估及利用研究。E-mail: mxg5988@sina.com

成都光头、蚰子麦、碧蚂4号、北京8号、西农6028、五一麦、南大2419、欧柔、阿夫、阿勃、早洋麦、墨巴66及洛夫林10号。郑引4号也一直是育种上非常重要的骨干亲本之一,在黄淮麦区,尤其是河南省育成了许多品种<sup>[1]</sup>。目前,又有许多品种起着骨干亲本的作用,如矮孟牛<sup>[3]</sup>、小偃6号<sup>[4]</sup>、周8425B<sup>[5]</sup>等。研究发现,骨干亲本对其衍生品种的产量、品质、适应性、抗病性等方面具有较大贡献。例如欧柔的3个与高产关联的标记位点在其衍生品种中分布频率较高,是高产性状的重要供体<sup>[6]</sup>;小偃6号衍生品种在HMW-GS、*Wx*蛋白基因位点上大都遗传了小偃6号的基因类型,是优质性状的重要供体<sup>[7]</sup>;南大2419显性春化*Vrn-D1*基因在其衍生品种中的频率高达81.1%,是适应性的重要供体<sup>[8]</sup>;周8425B衍生品种携带的4个抗条锈病基因均来自周8425B,是抗病性状的重要供体<sup>[9]</sup>。

南大2419原名Mentana,是1930年从英国人潘雪维尔(John Percival)处购进1700多份世界小麦品种(潘氏世界小麦),通过原中央农业试验所(江苏省南京)试种,并经中国老一辈小麦专家精心选择培育后筛选出来的品种<sup>[10]</sup>,以抗条锈病、抗倒伏和早熟著称。南大2419一般配合力好,抗条锈病和早熟性的传递力强,是我国小麦改良的骨干亲本之一,对六大麦区都产生了较大的影响<sup>[11]</sup>,是黄淮冬麦区以国外引进品种为主要亲本,对本区育成品种进行杂交改良的四大系谱之一,是长江中下游冬麦区第1次品种大更换中栽培面积最大的品种,是西南冬麦区早期早熟、大粒品种的主要亲本,是北部春麦区50年代后期到60年代的主栽品种和主要亲本之一,是西北春麦区抗病、早熟和丰产品种的主要亲本,是青藏春冬麦区春小麦抗条锈病性状的主要供体。南大2419作为我国小麦骨干亲本之一,学者们对其衍生品种(系)进行了各方面的研究。赖运平等<sup>[12]</sup>对南大2419及其衍生品种(系)的主要农艺性状进行了关联分析;张知仪等<sup>[8]</sup>对春化基因*VRN-1*在南大2419衍生品种(系)的分布进行了分子标记检测,但对其品质相关性状的研究目前还未见报道。

小麦高分子量麦谷蛋白亚基(HMW-GS, high-molecular-weight glutenin subunits)由位于第1同源群染色体长臂的*Glu-A1*、*Glu-B1*和*Glu-D1*位点(统称*Glu-1*位点)的基因编码<sup>[13]</sup>,是影响小麦烘烤品质的重要因素<sup>[14-15]</sup>。不同的HMW-GS对小麦品质的贡献不同<sup>[16-19]</sup>;特定的HMW-GS与面粉品质和加工品质,如面包烘烤品质具有密切的关系<sup>[20-21]</sup>。同

时, HMW-GS的数量也影响小麦品质<sup>[22]</sup>。因此, HMW-GS组成已成为小麦品质育种中亲本选配和后代筛选的重要依据<sup>[23-25]</sup>。为了了解我国冬小麦骨干亲本南大2419的HMW-GS在衍生品种(系)中的传递规律,本研究利用SDS-PAGE技术对南大2419及其衍生品种(系)的HMW-GS组成进行了分析,旨在明确其对衍生品种(系)品质的贡献。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料为南大2419及其99份衍生品种(系)。其中,在《中国小麦品种及其系谱》<sup>[11]</sup>中有记载的品种(系)45个;在《中国小麦品种改良及系谱分析》<sup>[2]</sup>中有记载的品种(系)59个;其中在2个资料中都有记载的品种(系)29个;本实验室整理归纳的品种(系)25个。南大2419的99个衍生品种(系)包括:子一代34个,子二代29个,子三代14个,子四代17个,子五代5个。对照品种及其所含的HMW-GS分别为:中国春(Null/7+8/2+12)、Neepawa(2\*/7+9/5+10)、Marquis(1/1+9/5+10)和小偃6号(1/14+15/2+12)。全部材料均由中国农业科学院作物科学研究所种质资源研究中心小麦室保存并提供。

### 1.2 方法

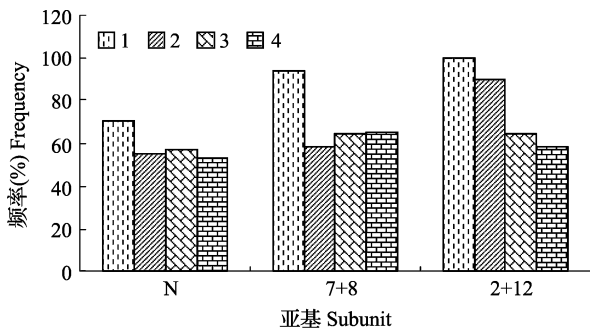
样品提取及电泳技术参照张玲丽等<sup>[26]</sup>方法; HMW-GS的评分参照宋建民等<sup>[27]</sup>的标准进行;采用SAS 8.0统计软件进行*t*检验和方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 南大2419的HMW-GS在各世代中的分布

南大2419的HMW-GS组成是N/7+8/2+12,各亚基在后代中的分布都较高(图1)(频率分别为58.96%、70.43%、78.19%)(子五代只有5个品种,没有参与考评)。与较差品质相关的2+12亚基在后代中出现的频率最高,从子一代到子四代,频率均大于55%(最高子一代为100%),且随世代数递减;亚基7+8在后代小麦中出现的频率较高,在子一代、子二代、子三代和子四代中出现的频率依次是94.12%、58.62%、64.29%和64.71%;Null(N)表示*Glu-A1*位点上没有亚基,很容易被其他品种在该位点上的亚基所弥补。因此南大2419后代小麦*Glu-A1*位点上出现其他亚基的几率较高;Null亚基出现的频率比其他2个亚基低,在子一代、子二代、子三代和子四代中频率依次为70.59%、55.17%、57.14%和

52.94%。表明南大 2419 的亚基在子代中得到较好的传递,并对空白位点(Null 亚基)进行了填补。



1、2、3和4分别代表子一代、子二代、子三代和子四代  
1, 2, 3, and 4 represent the first, second, third, and fourth generation, respectively

图 1 南大 2419 HMW-GS 在后代中的分布

Fig. 1 The distribution of Mentana HMW-GS in the progenies

表 1 不同世代的 HMW-GS 组合类型数目及优势组合

Table 1 The number and superiority of HMW-GS combinations in different generations

	子一代	子二代	子三代	子四代	子五代
	The first generation	The second generation	The third generation	The fourth generation	The fifth generation
品种数 Variety number	34	29	14	17	5
组合数 Combination number	5	11	8	9	4
优势组合类型 Superiority combination	N/7 + 8/2 + 12	N/7 + 8/2 + 12	N/7 + 8/2 + 12	N/7 + 8/2 + 12	-

## 2.2 南大 2419 及其各世代品种(系)品质得分

利用 SDS-PAGE 技术对南大 2419 及 99 个衍生品种(系)的 HMW-GS 组成进行了分析,并根据 HMW-GS 得分标准对品质进行了评价。

根据 HMW-GS 得分标准评价,南大 2419 的品质得分为 7 分,99 个衍生品种(系)的品质平均得分为 7.62 分。其中,子一代到子五代的品质平均得分依次为 7.28、7.63、8.11、8.03、7.10,均高于南大 2419。进一步将不同世代品质得分与南大 2419 进行 *t* 测验,结果表明,子一代和子三代的品质平均得分显著高于南大 2419,子二代和子四代的极显著高于南大 2419,子五代与南大 2419 品质得分之间的差异无统计学意义。对不同世代品质得分进行组内观察值不等的方差分析,结果表明,子一代的品质平均得分极显著高于子五代,而极显著低于子二代、子三代和子四代(表 2,表 3)。

## 2.3 大面积推广的南大 2419 衍生品种及 HMW-GS 分析

从南大 2419 衍生后代中,选取 1995 - 2011 年

南大 2419 的衍生品种(系)共出现 18 种 HMW-GS 组合。其中,南大 2419 的 HMW-GS 组合 N/7 + 8/2 + 12 为优势组合,比例最高,为 45.45%;其次,组合 1/7 + 8/2 + 12 的比例较高,为 18.18%。含优质亚基 2\*、13 + 16 和 5 + 10 的组合比例较低,分别为 5.05%、1.01% 和 15.15%(表 1)。

南大 2419 衍生后代 HMW-GS 的变异度随子代数递增。子一代到子四代 HMW-GS 优势组合均为 N/7 + 8/2 + 12(得分 7 分),比例分别为 67.65%、41.38%、35.71% 和 23.53%。子五代 HMW-GS 无优势组合;N/7 + 8/2 + 12 组合的比例为 20.00%。可见,南大 2419 HMW-GS 组合 N/7 + 8/2 + 12 是各世代稳定的优势组合,在后代中占有一定的比例(平均频率为 37.65%),且出现频率随世代数递减。

表 2 品质得分差异性分析

Table 2 The comparison of quality scores

世代	<i>t</i> 测验	差异显著性
Generation	<i>t</i> test	Significant difference
子一代 The first generation	7.28 *	Bb
子二代 The second generation	7.63 **	Aa
子三代 The third generation	8.11 *	Aa
子四代 The fourth generation	8.03 **	Aa
子五代 The fifth generation	7.10	Cc

\* 和小写字母表示 5% 的差异显著性; \*\* 和大写字母表示 1% 的差异显著性

\* and lower case letters mean significant difference at 0.05 level, \*\* and upper case letters mean significant difference at 0.01 level

17 年间在我国年度种植面积大于 100 万亩的 12 个品种扬麦 158、扬麦 5 号、扬麦 10 号、扬麦 11 号、豫麦 10 号、晋麦 33、鄂麦 9 号、鄂麦 12、华麦 8 号、宁麦 8 号、宁麦 9 号、苏麦 6 号,并对其 HMW-GS 进行了分析(表 4)。这些品种都是在 1980 年后育成的,

表3 南大2419及其衍生品种(系)的HMW-GS组成及品质得分

Table 3 The combinations of HMW-GS and quality score of Mentana and its derivatives

品种名称 Variety	子代 Generation	Glu-1			得分 Score	文献 Reference	品种名称 Variety	子代 Generation	Glu-1			得分 Score	文献 Reference
		Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1					Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1		
南大2419	0	N	7+8	2+12	7	[2,11]	宁麦1号	2	1	7+8	2+12	8	
0448	1	N	7+8	2+12	7	[11]	青春22	2	N	7+8	2+12	7	[11]
778	1	N	7+8	2+12	7	[11]	青春24	2	N	7+8	2+12	7	[2,11]
安徽10号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	温麦8号	2	1	7+9	5+10	9	
安徽3号	1	1	7+9	2+12	7	[2,11]	西昌177	2	1	17+18	2+12	8.5	[2,11]
安徽9号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	西昌662	2	1	7y+8	2+12	-	[11]
敌锈早	1	2*	7+8	2+12	9.5	[2]	信阳12号	2	1	7+8	2+12	8	[11]
鄂麦6号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	徐州15	2	N	7+9	2+12	6	[2,11]
甘麦7号	1	1	7+8	2+12	8	[2]	扬麦4号	2	1	14+15	2+12	8.5	[2]
华中6号	1	1	7+8	2+12	8	[11]	宜麦1号	2	N	7+8	2+12	7	[11]
临麦4号	1	1	7+8	2+12	8	[2]	郑州17	2	N	7+9	2+12	6	[11]
绵阳4号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	郑州3号	2	N	7+8	2+12	7	[2,11]
绵阳62-31	1	1	7+8	2+12	8	[2,11]	郑州683	2	1	14+15	2+12	8.5	
内乡19	1	N	7+8	2+12	7	[11]	钟山2号	2	N	7+8	2+12	7	
内乡5号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	福繁16	3	N	7+8	2+12	7	
南农大黑芒	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	福繁17	3	N	7+8	2+12	7	
南原1号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	京红8号	3	2*	17+18	5+10	12	[2]
群众42	1	1	7+8	2+12	8		京红9号	3	N	17+18	2+12	7.5	[2,11]
日喀则7号	1	N	7+8	2+12	7	[2]	石家庄72	3	N	7+8	2+12	7	
日喀则8号	1	N	7+8	2+12	7	[2]	泗麦2号	3	N	7+8	2+12	7	
石家庄34	1	N	7+9	2+12	6	[2,11]	西育7号	3	1	7+8	2+12	8	[11]
蜀万24	1	N	7+8	2+12	7	[11]	扬麦158	3	N	7+8	2+12	7	[2]
蜀万8号	1	1	7+8	2+12	8	[2,11]	扬麦5号	3	N	7+9	5+10	8	[2]
铁秆糙	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	扬麦6号	3	1	7+8	2+12	8	[2]
万年2号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	豫麦11	3	N	7+9	2+12	6	[2]
望麦15	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	豫麦17	3	1	7+9	5+10	9	
望麦17	1	N	7+8	2+12	7	[11]	郑6辐	3	1	7+8	5+10	10	
望麦19	1	N	7+8	2+12	7		郑州6号	3	1	7+8	5+10	10	
卫东1号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	百农3217	4	N	7+8	5+10	9	
卫东4号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	高原506	4	N	7+8	2+12	7	[11]
香农3号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	鲁麦17	4	1	7+8	5+10	10	
信阳1号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	绵阳12	4	1	7+8	5+10	10	
徐州14	1	1	7+8	2+12	8	[11]	内麦14	4	N	7+8	5+10	9	[2]
许丰1号	1	1	7+8	2+12	8		宁麦8号	4	N	7+9	5+10	8	[2]
许跃6号	1	N	7+8	2+12	7	[2,11]	宁麦9号	4	1	7+8	2+12	8	[2]
川育5号	2	N	20	2+12	5.5	[2,11]	苏麦6号	4	1	7+9	2+12	7	[2]
鄂麦12	2	N	7+8	2+12	7	[2]	偃大24	4	1	7+8	2+12	8	
鄂麦9号	2	N	7+8	2+12	7	[2]	偃大25	4	N	7+8	2+12	7	
凤麦13	2	1	7+8	2+12	8	[11]	偃大26	4	N	7+8	2+12	7	
华麦7号	2	1	7+8	2+12	8	[2,11]	偃师4号	4	1	7+8	2+12	8	[2]
华麦8号	2	N	7+8	2+12	7	[2]	扬麦10号	4	N	7+9	2+12	6	[2]
晋麦20	2	2*	7+9	5+10	10.5	[2]	扬麦11	4	N	7+8	2+12	7	[2]
晋麦21	2	2*	7+9	5+10	10.5	[2]	扬麦9号	4	N	7+9	2+12	6	[2]
晋麦33	2	1	7+8	2+12	8	[2]	豫麦10号	4	1	7+9	5+10	9	
京红4号	2	N	7+8	2+12	7	[2,11]	豫麦7号	4	1	14+15	5+10	10.5	
科春5号	2	N	7+8	2+12	7	[2]	柴春236	5	N	7+9	2+12	6	[2]
临麦6号	2	1	13+16	2+12	9		丰强7号	5	2*	7+8	2+12	9.5	
墨巴66	2	N	17+18	2+12	7.5	[11]	高原338	5	N	7+9	2+12	6	[2]
内乡薄地攀	2	N	7+8	2+12	7	[11]	皖麦18	5	N	7+8	2+12	7	
宁丰小麦	2	N	7+8	2+12	7	[2]	豫麦15	5	1	7+9	2+12	7	[2]

“-”表示目前还没有评分标准

“-” indicates no quality score standard

整体品质得分不高,平均为 7.5 分,低于所有衍生品种(系)的平均值。在 *Glu-A1* 位点上,有 Null 和 1 两种亚基类型,其中 Null 为优势亚基,没有优质亚基 2\* ;*Glu-B1* 位点有 7 + 8 和 7 + 9 两种亚基类型,并以 7 + 8 为优势亚基;*Glu-D1* 位点有 2 + 12 和 5 + 10 两种亚基类型,并以 2 + 12 为优势亚基,说明这些品种的 HMW-GS 大部分继承了南大 2419 的亚基 (*Glu-1* 的 3 个位点同时含有南大 2419 亚基的品种

占 41.7% ;*Glu-1* 的 2 个位点同时含有南大 2419 亚基的品种占 16.7% ;*Glu-1* 的 1 个位点含有南大 2419 亚基的品种占 33.3% ;只有豫麦 10 号 *Glu-1* 的 3 个位点都不含有南大 2419 的亚基)。同时,对这些品种的特性进行分析得知都具有与南大 2419 相同的丰产性高、适应性好、抗性强的优点。说明南大 2419 的高分子量麦谷蛋白亚基和丰产性在衍生后代中都得到了较好的遗传。

表 4 大面积推广的南大 2419 衍生品种的品种特性及 HMW-GS 组成

Table 4 HMW-GS components and traits of Mentana-derived varieties extended in large areas

品种名称 Variety	子代 Generation	<i>Glu-1</i>			品质得分 Quality score	育成时间(年) Released year	特点 Characteristics
		<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-B1</i>	<i>Glu-D1</i>			
扬麦 158	3	N	7 + 8	2 + 12	7	1987	高产、高抗,适应性广 <sup>[28]</sup>
扬麦 5 号	3	N	7 + 9	5 + 10	8	1986	分蘖力较强,较耐湿 <sup>[28]</sup>
扬麦 11	4	N	7 + 8	2 + 12	7	1995	抗倒伏,成穗率高,熟相好 <sup>[29]</sup>
豫麦 10 号	4	1	7 + 9	5 + 10	9	1983	抗干热风、叶枯、赤霉病 <sup>[28]</sup>
晋麦 33	2	1	7 + 8	2 + 12	8	1990	抗旱,抗寒,耐瘠,耐盐碱 <sup>[28]</sup>
鄂麦 12	2	N	7 + 8	2 + 12	7	1997	秆粗耐肥,抗到性好 <sup>[2]</sup>
华麦 8 号	2	N	7 + 8	2 + 12	7	1995	耐渍,耐寒,抗倒伏 <sup>[2]</sup>
宁麦 8 号	4	N	7 + 9	5 + 10	8	1996	矮秆耐肥,抗倒伏,穗大粒多 <sup>[2]</sup>
扬麦 10 号	4	N	7 + 9	2 + 12	6	1998	抗倒伏,抗寒耐湿 <sup>[2]</sup>
鄂麦 9 号	2	N	7 + 8	2 + 12	7	1982	耐渍,耐高温,抗逆性强 <sup>[30]</sup>
苏麦 6 号	4	1	7 + 9	2 + 12	8	1999	矮秆抗倒,粒大饱满 <sup>[2]</sup>
宁麦 9 号	4	1	7 + 8	2 + 12	8	1997	分蘖力强,成穗率高,结实性好 <sup>[31]</sup>

### 3 讨论

我国小麦育种中,国外品种的主要贡献是抗锈病、抗倒伏及增产潜力<sup>[32]</sup>。南大 2419 作为从国外引进的重要品种,凭借其抗条锈病、抗倒伏和早熟等突出优点成为我国小麦育种的骨干亲本。我国利用其培育出的小麦品种数较多,且南大 2419 的高分子量麦谷蛋白亚基和丰产性在衍生后代中都得到了较好的遗传。在 99 个南大 2419 的衍生品种(系)中, HMW-GS 组合变异较大,共出现了 18 种组合类型,且南大 2419 HMW-GS 组合 N/7 + 8/2 + 12 是各世代稳定的优势组合,在后代中占有一定的比例(平均频率为 37.65%),但出现频率随世代数递减。根据 HMW-GS 品质得分标准评价,子一代、子二代、子三代和子四代的平均品质得分均显著或极显著高于南大 2419,而子五代的平均品质得分与南大 2419 差异无统计学意义,这可能是由于子五代品种数较少所致。因此,本研究在分析南大 2419 的 HMW-GS 在各世代中的分布情况时,舍去了品种数较少的子五代。

在我国,1980 年以后由南大 2419 育成的大面积推广品种有 12 个,总体品质得分不高,但这些品

种均表现出与南大 2419 相同的丰产性高、适应性好和抗性强等品种特性。在品质改良中,优 × 优、中 × 优或优 × 中组合的后代中可以出现优质品系<sup>[33]</sup>,由于南大 2419 本身不含有优质亚基,所以贡献很小,这与小麦骨干亲本阿夫相似<sup>[34]</sup>。已有研究表明<sup>[12]</sup>,南大 2419 对其衍生品种的重要农艺性状贡献较大,尤其是与产量相关的性状。其中,有 9 个与子粒产量相关的标记位点的贡献率达到了 0.074 ~ 0.298;有 5 个与有效穗数相关的标记位点的贡献率达到了 0.081 ~ 0.160;有 4 个与千粒重相关的标记位点的贡献率达到了 0.106 ~ 0.165;有 5 个与穗数相关的标记位点的贡献率达到了 0.119 ~ 0.233;有 6 个与穗长相关的标记位点的贡献率达到了 0.089 ~ 0.242;有 3 个与小穗数相关的标记位点的贡献率达到了 0.103 ~ 0.201。由此可以说明,骨干亲本南大 2419 对其衍生品种(系)的主要贡献是丰产性,这与当时的育种目标需求有关并且相一致。

本研究还发现,晋麦 20、晋麦 21 和豫麦 7 号在 *Glu-1* 的 3 个位点均含有优质亚基, HMW-GS 组成为 2\* /7 + 9/5 + 10、1/14 + 15/5 + 10,品质得分均为 10.5 分。林作楫等<sup>[35]</sup>认为丰产和优质有一定矛

盾,但有研究认为 HMW-GS 与加工品质密切相关,而与农艺性状相关不显著<sup>[36]</sup>,通过合理的配置亲本,可以克服这种矛盾,并加速培育优质新品种<sup>[37]</sup>。因此,这些品种在小麦生产主要强调产量的育种年代未能得到较好的利用,在目前小麦育种目标发生变化、品质育种得到高度重视的新形势下,能否作为优质亲本加以利用还需要进一步探讨。

小麦 HMW-GS 由复等位基因控制,通常每个染色体上的 2 个基因连锁,如同一个孟德尔单位一样<sup>[38]</sup>,遗传行为遵从独立分配和自由结合规律<sup>[36,39-41]</sup>。F<sub>1</sub> 遗传行为具有共显性<sup>[39,42]</sup>、基因表达存在剂量效应和倾母遗传现象<sup>[39,43-44]</sup>。F<sub>2</sub> 遗传行为具有等位基因的加性效应和非等位基因的互作效应<sup>[45]</sup>,也可能出现重组<sup>[46]</sup>。由于南大 2419 的衍生后代涉及的其他亲本较多,虽然后代 HMW-GS 受父母本共同影响,但如果将这些衍生后代的其他亲本全部引入研究,信息量势必庞大复杂,不利于分析。因此,本研究中只分析南大 2419 单一亲本对衍生后代 HMW-GS 的影响,并且将衍生后代中的 N、7 + 8、2 + 12 亚基均默认为来自南大 2419。

## 参考文献

- [1] 盖红梅,王兰芬,游光霞,等.基于 SSR 标记的小麦骨干亲本育种重要性研究[J].中国农业科学,2009,42(5):1503-1511
- [2] 庄巧生.中国小麦品种改良及系谱分析[M].北京:中国农业出版社,2003
- [3] 王珊珊,李秀全,田纪春.利用 SSR 标记分析小麦骨干亲本“矮孟牛”及衍生品种(系)的遗传多样性[J].分子植物育种,2007,5(4):485-490
- [4] 李振声.“小偃麦”系列品种选育及其衍生品种[C]//李家洋.李振声论文选集.北京:科学出版社,2007:78-91
- [5] 肖永贵.山东小麦产量性状遗传进度与骨干亲本周 8425B 的分子解析[D].杨凌:西北农林科技大学,2011
- [6] 李小军,徐鑫,刘伟华,等.利用 SSR 标记探讨骨干亲本欧柔在衍生品种的遗传[J].中国农业科学,2009,42(10):3397-3404
- [7] 陈桂玲,余利,王黎明,等.小偃 6 号及其衍生后代品质相关性状基因的检测[J].植物遗传资源学报,2012,13(3):456-468
- [8] 张知仪,张阳,李俊,等.春化基因 *VRN-1* 在骨干亲本南大 2419 衍生系中的分布[J].西南农业学报,2009,22(3):568-571
- [9] 肖永贵,殷贵鸿,李慧慧,等.小麦骨干亲本“周 8425B”及其衍生品种的遗传解析和抗条锈病基因定位[J].中国农业科学,2011,44(19):3919-3929
- [10] 董玉琛,郝晨阳,王兰芬,等.358 个欧洲小麦品种的农艺性状鉴定与评价[J].植物遗传资源学报,2006,7(2):129-135
- [11] 金善宝.中国小麦品种及其系谱[M].北京:农业出版社,1983
- [12] 赖运平,李俊,刘新春,等.小麦南大 2419 及其衍生品种(系)主要农艺性状的关联分析[J].分子植物育种,2011,9(5):536-546
- [13] Payne P I. Genetics of wheat storage protein and the effect of allelic variation on bread-making quality[J]. Annu Rev Plant Physiol, 1987, 38:141-153
- [14] Lawrence G J, Macritchie F, Wrigley C W. Dough and baking qual-

- ity of wheat lines deficient in glutenin subunits controlled by the *Glu-A1*, *Glu-B1* and *Glu-D1* loci [J]. J Cereal Sci, 1988, 7: 109-112
- [15] Payne P I, Corfield K G, Holt L M, et al. Correlation between the inheritance of certain high-molecular-weight subunits of glutenin and bread-making quality in progenies of six crosses of bread wheat [J]. J Sci Food Agr, 1981, 32:51-60
- [16] Weegels P L, Hamer R J, Schofield J D. Function propertier of wheat glutenin [J]. J Cereal Sci, 1996, 23:1-18
- [17] Gianibelli M C, Larroque O R, MacRitchie F, et al. Biochemical, genetic, and molecular characterization of wheat glutenin and its component subunits [J]. Cereal Chem, 2001, 78:635-646
- [18] Brites C, Carrillo J M. Influence of high molecular weight (HMW) and low molecular weight (LMW) glutenin subunits controlled by *Glu-1* and *Glu-3* loci on durum wheat quality [J]. Cereal Chem, 2001, 78:59-63
- [19] 张学勇,董玉琛,游光霞,等.中国小麦大面积推广品种及骨干亲本的高分子量麦谷蛋白亚基组成分析[J].中国农业科学,2001,34(4):355-362
- [20] Dubreil L, Meliande S, Chiron H, et al. Effect of puroindolines on the bread-making properties of wheat flour [J]. Cereal Chem, 1998, 75(2):222-229
- [21] Ciaffi M, Iafiandra D, Porceddu E, et al. Storage-protein variation in wild emmer wheat (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*) from Jordan and Turkey. I. Electrophoretic characterization of genotypes [J]. Theor Appl Genet, 1993, 86(4):474-480
- [22] Kolster P, Kreckting C F. Quality of individual high molecular weight subunits of wheat glutenin using SDS-PAGE and scanning densitometry [J]. J Cereal Sci, 1992, 15:49-61
- [23] Carrillo J M, Rousset M, Qualset C O, et al. Use of recombinant inbred lines of wheat for study of association of high-molecular-weight glutenin subunit alleles to quantitative traits [J]. Theor Appl Genet, 1990, 79(3):321-330
- [24] 孙学永,马传喜,王维,等.几对麦谷蛋白亚基对小麦面筋品质的影响[J].南京农业大学学报,2007,30(2):6-12
- [25] 马传喜,徐风,谭蕴之.在一对面包小麦杂交后代中 *Glu-B1* 控制的麦谷蛋白亚基 17 + 18 对加工品质的影响[J].作物学报,1995,21(1):90-94
- [26] 张玲丽,李秀全,杨欣明,等.小麦优良种质资源高分子量麦谷蛋白亚基组成分析[J].中国农业科学,2006,39(12):2406-2414
- [27] 宋建民,吴祥云,刘广田,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
- [28] 金善宝.中国小麦品种志[M].北京:中国农业出版社,1997
- [29] 高德荣,陆成彬,张勇,等.小麦新品种扬麦 11 的选育与应用[J].安徽农业科学,2000,28(6):759-760
- [30] 金善宝.中国小麦品种志[M].北京:中国农业出版社,1986
- [31] 杨学明,姚金保,钱存鸣,等.宁麦 9 号选育方法的探讨[J].麦类作物学报,2000,20(2):88-90
- [32] 郑殿升.意大利小麦品种在中国利用的概况[J].作物品种资源,1993(4):35-37
- [33] 邵立刚,马勇,李长辉,等.春小麦优质亚基构成及遗传规律的研究[J].小麦研究,2005,26(3):1-5
- [34] 李红琴,相吉山,郭青云,等.小麦骨干亲本阿夫及其衍生品种(系)的高分子量麦谷蛋白亚基演变分析[J].植物遗传资源学报,2009,10(1):37-41
- [35] 林作楫,王光瑞,赖管茹,等.我国小麦品质概况和优质品种评选[J].麦类文摘,1996,6(5):9-15
- [36] 杨学举,卢少源,张荣芝,等.小麦高分子量麦谷蛋白亚基在杂种后代的品质差异[J].河北农业大学学报,1999,22(2):1-4
- [37] 张勇,申小勇,张文祥,等.高分子量谷蛋白 5 + 10 亚基和 1B/1R 易位分子标记辅助选择在小麦品质育种中的应用[J].作物学报,2012,38(10):1743-1751