

我国冬小麦品种谷蛋白聚合体的分布及其与和面仪参数的关系

姜鸿明¹ 余松烈¹ 于振文¹ 赵倩² 丁晓义² 于经川² 孙吉南²

(¹ 山东农业大学农学院, 山东泰安 271018; ² 烟台市农业科学院, 山东烟台 265500)

摘要 利用 GMP 的丙醇—双缩脲改良测定法, 对我国冬麦区 124 份有代表性的冬小麦品种和品系的谷蛋白聚合体进行了测定, 系统探讨了谷蛋白聚合体与和面仪参数的关系。结果表明: (1) 我国小麦品种面粉谷蛋白大聚合体 (GMP) 含量的分布范围在 1.70% ~ 6.60% 之间, 平均含量为 3.87%; GMP 在面粉蛋白质中所占的比例 (GMP/Pr) 平均为 31.21%; 面粉可溶性谷蛋白 (SGP) 含量平均为 1.75%, 占面粉蛋白质的 14.32%; 面粉 GMP 含量和 GMP 在总蛋白质中所占的比例以及 SGP 在总蛋白质中所占比例 (SGP/Pr) 的品种间变异均较大。(2) 小麦面粉中谷蛋白大聚合体 GMP 含量和可溶性谷蛋白 SGP 含量对和面仪参数变异作用方向相反。GMP 和 GMP/Pr 含量对和面仪参数具有正向效应, 而 SGP 和 SGP/Pr 含量为负向效应。*

关键词 小麦; 谷蛋白聚合体; GMP; SGP; 和面仪参数

中图分类号: S512 文献标识码: A

Distribution of Glutenin Polymers and Its Relationships among Wheat Cultivars with Mixograph Parameters

JIANG Hong-Ming¹ YU Song-Lie¹ YU Zhen-Wen¹ ZHAO Qian² DING Xiao-Yi² YU Jing-Chuan² SUN Ji-Nan²

(¹ College of Agronomy, Shandong Agricultural University, Tai'an Shandong 271018; ² Yantai Academy of Agricultural Science, Yantai, Shandong 265500, China)

Abstract 124 common wheat cultivars and new lines from winter wheat production zones of China were analyzed by the improved 1-propanol/biuretium flour protein fractionation procedure to evaluate the amounts and distributions of different glutenin fractions and to determine the relationships between glutenin polymers and mixograph parameters. The results showed that the range of GMP concentrations in flour among the genotypes was 1.70%—6.60% with mean value of 3.87%; the concentrations of GMP in flour protein ranged from 17.26% to 41.87% with mean value of 31.21%; the mean concentration of SGP in flour was 1.75% which accounted for 14.32% of flour protein; both GMP and SGP had an effect on processing quality, but acted in an opposite side. GMP content in flour and in flour protein affected positively on mixograph parameters and SGP negatively.

Key words Wheat; Glutenin polymer; GMP; SGP; Mixograph parameters

小麦谷蛋白及其组分对小麦加工品质具有重要作用。迄今为止, 人们利用不同的分离方法, 将小麦蛋白质分解成不同的组分^[1-4], 并对其组分, 尤其是小麦谷蛋白进行了大量研究^[2,5,6]。但由于大多数蛋白质分级方法都是以传统的 Osborne 分级方法为基

础, 不同组分之间存在严重的相互重叠、相互污染现象^[7,8], 很难把握各组分的实际。随着小麦面粉烘烤品质生化基础研究的深入, 对蛋白质的分级提出了新的要求, 需要一种准确而可靠的方法将谷蛋白聚合体从单体蛋白即单个多肽链小麦面粉蛋白质(清

*基金项目: 国家自然科学基金项目(39970425)资助。

作者简介: 姜鸿明(1961-), 男, 山东青岛人, 研究员, 博士, 主要从事小麦遗传育种和优质高产栽培研究。现在通讯地址: 山东省烟台市福山区南山路 26 号, 烟台市农科院(265500), Tel: 0535-6352021, E-mail: ytjianghongming@sohu.com.

Received(收稿日期): 2002-07-11, Accepted(接受日期): 2003-01-22.

蛋白,球蛋白和醇溶蛋白)中分离出来。新的蛋白质丙醇提取法^[9,10],排除了各组间相互污染的现象,并能对各谷蛋白组分进行严格分离提纯和精细分级。为研究谷蛋白及其组分对小麦加工品质的影响提供了有效的手段。本研究在新的蛋白质丙醇分离提纯方法的基础上,分析了我国124份冬小麦品种(系)的谷蛋白大聚合物(GMP)和可溶性谷蛋白聚合物(SGP)的分布及其与和面仪参数的关系。

1 材料与方法

1.1 供试材料

选用中优9507、烟农19、济麦19、PH691、小偃6号、淄麦12、晋麦30、陕354、6115-6-5、陕优225、临旱488、鲁麦15、鲁麦18、鲁麦22、冀5418、百农3217、豫麦2、豫麦24、京冬6、内乡182、中麦9、周麦12、鲁麦1、鲁麦23、豫麦21、优繁4、冀审5099、鲁麦21、济南16、京411、济南17、烟农15、鲁麦14、兰考906、PH82-2-2、农大3214、豫麦34、烟475、60336、鲁麦19、黑麦1号、955159、济南13、烟农18、鲁麦8、鲁麦12、鲁麦13、陕229以及其他来自山东、山西、河北、河南、陕西、北京等省、市的冬小麦品种和新近育成品系总计124份。

1.2 试验设计

将供试材料分别播种在烟台市农科院试验农场和山东农业大学教学基地,点播,3行区,行长2m,行距23cm,株距5cm,随机排列,重复2次,收获后将两试验点的种子等量混合。

1.3 GMP和SGP的分离提纯

参照Fu^[9](1996)和Bean^[10](1998)的方法。

1.4 GMP和SGP的定量

采用双缩脲改良法:在碱性酒石酸铜双缩脲试剂中加入透明度良好的等体积的异丙醇(混合后生成一种稳定的溶液,该溶液能迅速与蛋白质反应,不需要提取蛋白质而直接进行测定),60℃下,反应10min。用凯氏定氮法绘制标准曲线。

1.5 磨粉

使用Brabender Quadrumat Junior实验磨磨粉。

1.6 面粉蛋白质含量的测定

面粉蛋白质含量用近红外反射法(Perten 6200型NIR仪)测定(AACC方法39-10)。

1.7 和面仪参数的测定

用在30g和面仪上测得的面仪曲线来评价面粉和面特性及面团的品质。

根据和面图,确定出和面时间(MT)、峰高(PH)、峰值带宽(BWP)、峰后2min带高(BHt2)和带宽(BWt2),和面后8min带高(BHt8)和带宽(BWt8)及弱化度($WS = PH - BHt8$) (图1)^[11]。

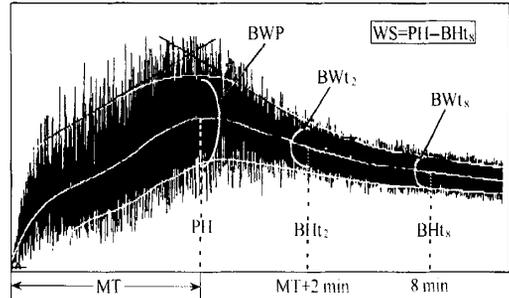


图1 所用的8个和面仪参数

Fig.1 The 8 Mixogram parameters

2 结果与分析

2.1 GMP、SGP、GMP/Pr、SGP/Pr的分布

由表1可见,我国主要产麦区124份品种和新近育成的优异小麦品系的面粉GMP含量平均为3.87%,最低为1.70%,最高为6.60%。其中面粉GMP含量较高的品种(系)有:中优9507、烟农19、陕优225、济麦19、PH691、6115-6-5等(5.24%~6.60%),含量较低品种(系)有:鲁麦12、济南13、京411、鲁麦21、鲁麦8、烟475等(1.70%~3.00%);GMP在面粉蛋白质中所占的比例平均为31.21%,低的为17.26%,而高者也只占面粉蛋白质含量的41.87%。含量较高的品种(系)有:中优9507、陕优225、60336、济麦19等(38.78%~41.87%),含量较低的有:87W029、京411、鲁麦8、晋麦30、烟475(17.26%~24.35%);面粉SGP含量平均为1.75%,与面粉GMP含量相比,分布范围较窄(1.58%~1.99%);SGP在面粉蛋白质中所占比例(14.32%)也

表1 供试小麦品种(系)的面粉谷蛋白聚合物分布

Table 1 Distribution of gluten polymers among wheat cultivars (lines)

谷蛋白聚合物 Glutenin polymers	平均数 Mean	变异范围 Range	变异系数 CV (%)
GMP (%)	3.87	1.70 ~ 6.60	19.35
GMP/Pr (%)	31.21	17.26 ~ 41.87	13.42
SGP (%)	1.75	1.58 ~ 1.99	5.86
SGP/Pr (%)	14.32	9.84 ~ 18.60	12.28
(GMP + SGP) / Pr (%)	45.53	35.86 ~ 52.19	7.59

低于 GMP 所占比例 (31.21%), 前者不到后者的半数; 总的谷蛋白聚合体在面粉蛋白质中所占比例平均为 45.53%, 最高含量为 52.19%, 最低含量为 35.86%。面粉蛋白质中 GMP 含量的品种间变异 ($CV = 13.42\%$) 和面粉蛋白质中 SGP 含量的品种间变异 ($CV = 12.28\%$) 均较大。

2.2 和面仪参数的分布

依据和面曲线图计算了 8 个特征参数。由表 2 可以看出, 和面时间 MT 的平均值为 2.21 min, 品种间的分布在 1.10 ~ 5.25 min 之间。其中 MT 值较大的品种(系)有: 烟农 19、豫麦 2、中优 9507、955159、豫麦 34 (3.40 ~ 5.25 min); 峰值高度 PH 的平均水平为 4.61 cm, 品种间的分布范围为 2.70 ~ 7.50 cm。其中 PH691、烟农 19、中优 9507、济麦 19、陕优 225 等品种(系) PH 值较大 (6.90 ~ 7.50 cm); 峰值带宽 BWP 的平均值为 0.88 cm, 品种间的变异范围在 0.35 ~ 2.10 cm 之间。其中 BWP 值较大的品种(系)有: PH691、中优 9507、内乡 182、烟农 19、济麦 19 等 (1.50 ~ 2.10 cm); 峰后 2 min 和面曲线带高 BH2 的平均值为 3.41 cm, 供试品种中的最高值为 6.15 cm, 最低值是 1.60 cm; 峰后 2 min 带宽 BWt2 的平均值是 0.27 cm, 分布范围为 0.15 ~ 0.90 cm; 和面后 8 min 的带高 BHt8 平均为 2.62 cm, 最大值为 5.40 cm, 最小值为 1.20 cm; 和面后 8 min 带宽 BWt8 平均值为 0.23 cm, 最宽的品种为 0.50 cm, 最窄的品种为 0.10 cm; 弱化度 WS 的分布范围在 0.60 ~ 3.55 cm 之间, 平均值 2.00 cm。

所有和面仪参数的变异系数均较大, 分布范围为 22.67% ~ 39.14%。不同品种之间, 和面仪参数值明显不同。反映了供试品种的和面特性和面粉加工品质之间存在显著差异。

表 2 供试小麦品种(系)的和面仪参数分布
Table 2 Distribution of mixograph parameters among wheat cultivars (lines)

和面仪参数 Mixograph parameter	平均数 Mean	变异范围 Range	变异系数 CV (%)
MT	2.21	1.10 ~ 5.25	33.36
PH	4.61	2.70 ~ 7.50	22.67
BWP	0.88	0.35 ~ 2.10	37.73
BH2	3.41	1.60 ~ 6.15	28.95
BWt2	0.27	0.15 ~ 0.90	39.14
BHt8	2.62	1.20 ~ 5.40	32.16
BWt8	0.23	0.10 ~ 0.50	29.68
WS	2.00	0.60 ~ 3.55	28.13

谷蛋白聚合体各组分和加工品质参数的分布结果表明, 我国育成小麦品种(系)在烘烤品质性状上变异类型多, 选择余地大, 其遗传基础还是相当丰富的, 尤其是面粉 GMP 含量、GMP 在面粉蛋白质中所占的比例、沉淀值及和面时间 (MT)、峰值高度 (PH) 以及带宽 (BWP) 等和面仪参数选择余地更大。

2.3 GMP、SGP、GMP/Pr、SGP/Pr 与和面仪参数的相关分析

GMP 和 SGP 与各品质参数之间的相关系数列于表 3。

表 3 谷蛋白聚合体与和面仪参数之间的相关关系
Table 3 Correlation coefficients between glutenin polymers and mixograph parameters

	GMP/Pr	SGP	SGP/Pr	(GMP + SGP)/Pr	MT	PH	BWP	BH2	BWt2	BHt8	BWt8	WS
GMP	0.873 **	-0.610 **	-0.856 **	0.623 **	0.141	0.754 **	0.688 **	0.770 **	0.506 **	0.788 **	0.375 **	0.225 *
GMP/Pr		-0.698 **	-0.592 **	0.912 **	0.366 **	0.532 **	0.546 **	0.680 **	0.517 **	0.704 **	0.409 **	-0.056
SGP			0.649 **	-0.517 **	-0.518 **	-0.457 **	-0.481 **	-0.681 **	-0.629 **	-0.717 **	-0.549 **	0.219 *
SGP/Pr				-0.209 *	-0.034	-0.777 **	-0.632 **	-0.733 **	-0.444 **	-0.743 **	-0.364 **	-0.330 **
(GMP + SGP)/Pr					0.426 **	0.250 **	0.341 **	0.452 **	0.401 **	0.476 **	0.311 **	-0.236 **
MT						-0.087	0.037	0.256 **	0.478 **	0.321 **	0.436 **	-0.639 **
PH							0.816 **	0.883 **	0.389 **	0.844 **	0.296 **	0.573 **
BWP								0.822 **	0.551 **	0.803 **	0.393 **	0.296 **
BH2									0.619 **	0.969 **	0.503 **	0.178 *
BWt2										0.679 **	0.831 **	-0.294 **
BHt8											0.552 **	0.054
BWt8												-0.263 **

注: * 和 ** 分别表示 5% 和 1% 的水平显著。Note: * and **, significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

面粉 GMP 含量与 GMP/Pr 、 $(GMP + SGP)/Pr$ 、PH、BWP、BH2、BWt2、BH8 的正相关系数均达显著或极显著水平 ($r = 0.506 \sim 0.873$)。面粉蛋白质中的 GMP 含量与各品质性状的相关性与面粉 GMP 含量相似。说明面粉 GMP 含量以及面粉蛋白质中的 GMP 含量 (GMP/Pr) 与面粉加工品质具有正向效应。GMP 和 GMP/Pr 含量高的品种,面粉加工品质较好。

面粉 SGP 含量与 $(GMP + SGP)/Pr$ 、MT、BH2、BWt2、BH8、BWt8 的负相关系数均在 0.5 以上 ($r = -0.517 \sim -0.717$)。面粉蛋白质 SGP 含量与各和面仪参数的相关性与面粉 SGP 含量相似。说明 SGP 和 SGP/Pr 对品质参数存在负向效应,二者含量较高的品种,面粉加工品质较差。

谷蛋白总量占总蛋白质的百分含量 ($GMP + SGP)/Pr$ 与 SGP、 SGP/Pr 、WS 呈极显著负相关关系,而与所有其他和面仪参数呈极显著正相关关系。说明谷蛋白总量在总面粉蛋白质中所占比例的大小与面粉加工品质关系密切。

不溶性谷蛋白大聚合物 (GMP) 与面粉优良烘烤品质参数之间有极强的正相关关系,可溶性谷蛋白聚合物 (SGP) 与面粉优良烘烤品质参数之间有很强的负相关关系。说明耐揉性强、加工品质好的品种比耐揉性弱、加工品质差的品种含有更多的不溶性谷蛋白聚合物。

试验结果还表明,GMP 和 SGP 对引起烘烤品质特性变异作用方向相反,这可能源于两种蛋白质组分高度的相互依赖性。由表 3 可见,无论是面粉中还是面粉蛋白质中 GMP 和 SGP 含量之间的负相关都极显著,可能是两种组分的谷蛋白平均分子大小的差异所致。GMP 分子量大,SGP 分子较小,GMP 通过小分子的聚合作用而形成。由此看来,面粉不溶性谷蛋白聚合物和可溶性谷蛋白聚合物含量之间应是密切的负相关关系。

3 结论与讨论

对我国冬麦区有代表性的品种(系)的谷蛋白组分和和面仪参数的分布状况分析表明,我国小麦品种(系)的面粉 GMP 含量、GMP 和 SGP 在面粉蛋白质中所占的比例及和面仪参数的品种间变异均较大,变异范围均较广,遗传基础丰富,选择余地大;而面粉 SGP 含量的品种间变异相对较小。总体而言,虽然我国小麦品种的蛋白质含量并不低,但 GMP 含量普遍偏低。供试品种(系)的 GMP 在面粉蛋白质中

所占的比例平均为 31.21%,与 Bean^[10] (1998) 测定的 28 个硬红冬麦的结果相比,低了 10 个百分点 (41.19%)。低的仅为 17.0%,而高的也刚刚达到国外品种的平均水平 (42%)。SGP 在面粉蛋白质中所占的比例平均为 14.32%,与国外品种相比,高了 2.2 个百分点。虽然 Bean 所用的品种数较少,只有 28 个,很难代表国外品种的整体水平,但在以往对谷蛋白聚合物粒度分布的研究中,所用样本量是比较大的。我国小麦品种蛋白质中的 GMP 含量总体水平偏低,可能是造成我国小麦品种加工品质相对较差的原因之一。本研究的参试品种(系)中,中优 9507、烟农 19、陕优 225、60336、济麦 19、PH691、6115-6-5 等的 GMP 和 GMP/Pr 含量较高,在小麦品种改良中可以重点利用。

谷蛋白总量在总的面粉蛋白质中所占比例与加工品质关系密切,且蛋白质中的谷蛋白含量越高,形成的谷蛋白大聚合物 GMP 越多,而可溶性谷蛋白聚合物 SGP 含量越低。小麦面粉中谷蛋白大聚合物 GMP 含量和可溶性谷蛋白聚合物 SGP 含量对和面特性的作用方向相反。面粉 GMP 和 GMP/Pr 含量对优良加工品质参数具有正向效应,其含量的提高有利于改善面粉的加工品质。面粉 SGP 和 SGP/Pr 含量为负向效应,其含量的变化会反向影响面粉加工品质,且 SGP/Pr 含量的变化比面粉 SGP 含量的变化对和面仪参数的影响更大;耐揉性强、加工品质好的品种(系)比耐揉性弱、加工品质差的品种(系)含有更多的大聚合物。

此外,GMP 含量与其他和面仪参数的相关系数均达显著或极显著水平,并且 GMP 的丙醇-双缩脲改良测定法比任何其他方法都简便快速,且高效可靠,可用小量样品分析大量群体。因此,面粉 GMP 含量不失是一个评价面粉加工品质优劣的理想生化指标,可在小麦品种选育过程中用来预测各分离世代的加工品质。赵惠贤等对 Suneca 和 Cook 及其杂交 F_4 代的 60 个纯合系的小麦谷蛋白聚合物粒度分布与面粉揉面特性之间的关系进行了研究^[12],结果同样表明,小麦谷蛋白聚合体的组成、含量和粒度分布影响着面团特性,谷蛋白聚合体的粒度分布或谷蛋白大聚合物含量可用来作为育种早代材料品质性状选择的一个可靠的生化指标。

致谢 本研究的数据测定得到中国农业大学刘广田教授的大力帮助,特此致谢。

References

- [1] Danno G. Extraction of unreduced glutenin from wheat flour with sodium dodecyl sulfate. *Cereal Chem*, 1981, 58: 311—313
- [2] Payne P I, Corfield K G. Subunit composition of wheat glutenin proteins isolated by gel filtration in a dissociating medium. *Planta*, 1979, 145: 83—88
- [3] Larre C, Popineau Y, Loisel W. Fractionation of gliadins from common wheat by cation exchange FPLC. *Journal of Cereal Science*, 1991, 14: 231—241
- [4] Meredith O B, Wren J J. Determination of molecular-weight distribution in wheat-flour proteins by extraction and gel filtration in a dissociating medium. *Cereal Chemistry*, 1996, 43: 169—186
- [5] Payne P I, Law C N, Mudd E E. Control by homologous group 1 chromosomes of the high-molecular-weight subunits of glutenin, a major protein of wheat endosperm. *Theoretical and Applied Genetics*, 1980, 58: 113—120
- [6] Khan K, Tamminga G, Lukow O. The effect of wheat flour protein on mixing and baking—correlation with protein fractions and high molecular weight glutenin subunit composition by gel electrophoresis. *Cereal Chemistry*, 1989, 66: 391—396
- [7] Shewry P R, Milfin B J. Seed storage proteins of economically important cereals. In: *Advances in Cereal Science and Technology*. Vol. 7 (Y. Pomeranz, ed.), AACC, St. Paul, MN, USA, 1985. 1—83
- [8] Shewry P R, Tatham A S, Forde J, Kreis M, Milfin B J. The classification and nomenclature of wheat gluten proteins: a reassessment. *Journal of Cereal Science*, 1986, 4: 97—106
- [9] Fu B X, Sapirstein H D. Procedure for isolating monomeric proteins and polymeric glutenin of wheat flour. *Cereal Chem*, 1996, 73: 143—152
- [10] Bean S R, Lyne R K, Tilley K A, Chung O K, Lookhart G L. A rapid method for quantitation of insoluble polymeric protein in flour. *Cereal Chemistry*, 1998, 75: 374—379
- [11] Martinant J P, Nicolas Y. Relationships between mixograph parameters and indices of wheat grain quality. *Journal of Cereal Science*, 1998, 27: 179—189
- [12] Zhao H-X (赵惠贤), Hu S-W (胡胜武), Ji W-Q (吉万全), Xue X-Z (薛秀庄), Guo A-G (郭蔼光). Study on relation between size distribution of glutenin polymeric protein and wheat flour mixing properties. *Scientia Agricultura Sinica* (中国农业科学), 2001, 34 (5): 475—479

欢迎订阅《南京农业大学学报》

《南京农业大学学报》是综合性、多科性农业科学学术期刊。主要刊登动、植物遗传育种,生理生化,生物技术;作物栽培,病虫害防治;园艺;食品科学;动物医学与动物科学;资源与环境科学;农业应用化学;农业经济管理与贸易;土地管理及农业工程等专业学术论文、研究报告、实验技术、文献综述和科研简报。读者对象主要为国内外农业院校、综合性大学和师范大学生物系的师生,以及农业科学研究人员和专业技术人员。

《南京农业大学学报》为季刊,标准 16 开本,定价 8.00 元/册。国内外公开发行,全国各地邮局均可订阅,邮发代号:28-53。错过订阅时间可向编辑部直接办理邮购。

地址:江苏省南京卫岗 1 号《南京农业大学学报》编辑部,邮编:210095,联系电话:(025) 4395214, E-mail: nauxb@njau.edu.cn