

文章编号:1000-8551(2013)6-0792-08

# 小麦蛋白淀粉品质指标与面包品质关系的研究

王美芳 赵石磊 雷振生 吴政卿 晁岳恩 徐福新  
杨攀 杨会民 刘加平 李巍

(河南省农业科学院小麦研究所/小麦国家工程实验室/农业部黄淮中部小麦生物学  
与遗传育种重点实验室/河南省小麦生物学重点实验室,河南 郑州 450002)

**摘要:**选用近年来黄淮麦区大面积推广种植的小麦品种和新育成高代品系为材料,采用近红外(NIR)、面筋仪、粉质仪、快速粘度分析仪(RVA)和凝胶色谱(SE-HPLC)方法等对蛋白品质指标及淀粉糊化参数进行分析,分析各品质参数间的关系及其与面包烘焙品质的关系。结果表明,谷蛋白大聚体(GMP)、SDS(十二烷基硫酸钠)-沉降值、湿面筋指数、弱化度与多数蛋白品质指标间存在正向0.01或0.05水平相关,GMP、SDS-沉降值、湿面筋指数、干面筋含量、面粉蛋白含量、麦谷蛋白含量、形成时间、稳定时间均与面包烘焙品质间达0.01水平正相关,湿面筋含量与面包体积和评分间分别达0.01和0.05水平正相关;醇溶蛋白含量及弱化度与面包体积和评分间分别达0.05和0.01水平负相关。吸水率与糊化温度、最终粘度、回生值间达0.01水平负相关,形成时间与峰值粘度和稀懈值间达0.05水平正相关,GMP与糊化温度间达0.05水平负相关。各品质参数对面包体积的作用大小依次为湿面筋指数>弱化度>形成时间>湿面筋含量>糊化温度等,对面包评分的作用大小依次为麦谷蛋白>稳定时间>醇溶蛋白>面粉蛋白含量>吸水率等。小麦品质测试指标间有着广泛的相关性,湿面筋指数、弱化度和麦谷蛋白、稳定时间是反映面包烘焙品质的重要指标;早代可进行GMP或SDS-沉降值测定,中高代可进行面筋仪、粉质仪测定;在品质测试过程中应重视湿面筋指数、弱化度的重要性,小麦粉淀粉品质对面包品质的影响也应引起关注。

**关键词:**小麦;蛋白;淀粉;面包品质

由于育种早代材料种子数量有限,大多数育种单位的仪器设备缺乏,育种人员对品质的了解和认识有待提高,因而深入研究小麦蛋白及淀粉特性参数与面包烘焙品质关系以及小麦蛋白与淀粉品质测试参数对面包烘焙品质的重要性,对合理利用品质分析仪器手段,评价和改良我国小麦品质具有重要意义。普通小麦籽粒主要由淀粉、脂类、蛋白质、灰分和水等物质组成,其中胚乳蛋白质含量只有7%~15%,淀粉约占70%,两者为影响面粉烘烤品质和蒸煮品质的重要因素<sup>[1-2]</sup>。有关小麦品种品质性状与面包品质的关系已进行了大量研究<sup>[3-7]</sup>,一般认为,面包品质主要取决于蛋白质含量和质量,综合反映蛋白质含量和质量的品

质指标如十二烷基硫酸钠(Sodium dodecyl sulfate,简称SDS)-沉降值、谷蛋白大聚体(Glutenin macropolymer,简称GMP)含量,反映面团强度的指标如稳定时间、拉伸面积等,均与面包品质密切相关;蛋白质含量一般与面包烘烤品质有关,但并不能解释所有的品质变异,其他因素如蛋白质的质量,即蛋白质各组分类型、含量及比例也非常重要<sup>[8]</sup>。小分子蛋白质如清蛋白和球蛋白的含量对面包体积有负作用,有的研究结果认为谷蛋白的总含量对面包体积的作用要大一些<sup>[9-10]</sup>。淀粉糊化特性是反映淀粉品质的重要指标,对面条等食品的品质起重要作用<sup>[11-16]</sup>。已有一些学者用相关仪器研究了蛋白及面团流变学特性以及

收稿日期:2012-10-26 接受日期:2013-03-20

基金项目:转基因生物新品种培育重大专项(2009ZX08002-002B),国家“863”项目(2012AA101202-3),农业部“948”项目(2011G3),河南省现代农业产业技术体系首席专家专项资金(S2010-01),航天诱变育种技术利用与小麦品种和资源创新

作者简介:王美芳(1968-),女,河南新郑人,硕士,副研究员,主要从事小麦品质研究与遗传育种工作。E-mail: mfwang020@sina.com.cn

通讯作者:雷振生(1962-),男,湖北广水人,博士,研究员,主要从事小麦遗传育种研究工作。Tel: 0371-65724084;E-mail: zhenshenglei@yahoo.com.cn

面团特性和烘焙品质的关系,而综合多种品质检测仪器同时分析蛋白与淀粉特性对面包烘焙特性的影响研究做得较少。本研究选择生产上大面积推广且品质有代表性的小麦品种,对其品质进行评价的同时,进一步分析小麦蛋白与淀粉品质测试参数对面包烘焙品质的重要性,探索出品质分析测试主要指标及方便快捷且用样量少的仪器设施,为我国小麦品质育种及品质评价提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料为黄淮海区大面积推广种植的小麦品种,分别为郑麦 366,衡观 35,周麦 21,周麦 18,众麦 1号,新麦 18,矮抗 58,豫麦 34,豫麦 49-198,郑麦 9023,太空 6号,济麦 20,豫麦 70-36,藁 9415,西农 979,及小麦研究所育成的高代品系 00524、00526、01731、03568、04403、98306,共 21 个材料。供试材料均种植于河南省农业科学院小麦研究所试验地,试验地肥力中等,田间管理按当地常规方法进行。

### 1.2 品质测试方法

品质分析在河南省农业科学院小麦研究所品质实验室进行。根据硬度分级将籽粒含水量分别调至 16.0% (硬质),15.0% (混合型) 和 14.0% (软质),用 Buhler 实验磨(瑞典 BUHLER 公司)按 AACC-26-20 制粉,为综合评价加工品质,将出粉率调整到 65%。面粉蛋白质含量(14%湿基)用近红外(NIR)分析仪(Foss 1241, Sweden)参照 AACC-39-10A 方法<sup>[17]</sup>测定,SDS-微量沉降值参考 Peña 方法<sup>[18]</sup>测定,GMP 含量测定参照王世杰等<sup>[19]</sup>的方法测定,凝胶高效液相色谱(SE-HPLC)测定参照 Larroque 等<sup>[20]</sup>测定,面粉水分按 AACC-4-15A<sup>[17]</sup>测定,面筋仪参数(Glutomatic 2200 型,瑞典 Perten 公司)参照国标 GB/T14046-93<sup>[21]</sup>进行,粉质仪(Farinograph,德国 Brabender 公司)参数参照国标 GB/T14614-93<sup>[21]</sup>测定,淀粉糊化特性由快速粘度分析仪(Rapid visco-analyser, RVA, 澳大利亚 Newport Scientific 公司)测定,面包制作参照国标 GB/T14611-93<sup>[21]</sup>直接发酵法进行烘烤和评分。

### 1.3 数据处理

试验数据用 Excel 系统和 SPSS(Statistical Program for Social Sciences)13.0 统计软件对数据进行基本统计量、相关性分析和逐步回归分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 供试品种的主要品质指标变异

将各种分析仪器测得的主要品质指标汇总于表 1。从表 1 中可以看出,多数品质指标表现变幅广、变异系数大,说明所选的试验材料的品质跨度大,涵盖面广,可以有效地代表目前我国的小麦品质现状;不同品种各品质性状间的差异较大,其中粉质仪参数的差异尤其大,形成时间、稳定时间、弱化度的变异系数分别为 38.87%、59.64%、63.22%;湿面筋含量、面粉蛋白质含量、吸水率、峰值时间的变异系数较小,分别为 7.34%、5.92%、5.62%、2.23%。

表 1 不同品种品质性状参数的平均值、变幅、变异系数

Table 1 Mean, range and coefficients of variance for different varieties quality parameters

品质参数 Quality parameters	平均 Mean	变幅 Range	变异系数 CV
谷蛋白大聚合体 GMP	2.95	2.31 ~ 3.68	12.47
SDS-沉降值 SDS-sedimentation value/ mL	15.8	11.0 ~ 21.0	19.11
湿面筋 Wet gluten/%	30.9	25.2 ~ 34.6	7.34
面筋指数 Wet gluten index	78.5	47.1 ~ 97.4	18.41
干面筋 Dry gluten/%	10.2	8.0 ~ 11.5	8.38
面粉蛋白 Protein/%	14.5	12.1 ~ 16.2	5.92
麦谷蛋白 Glutenin/%	21.5	15.5 ~ 26.0	16.54
醇溶蛋白 Gliadin/%	60.0	54.5 ~ 67.2	6.26
清球蛋白 Albumin & Globulin/%	17.3	14.2 ~ 20.8	10.14
吸水率 Water absorption/%	61.7	55.6 ~ 69.0	5.62
形成时间 Development time/min	4.8	2.0 ~ 9.8	38.87
稳定时间 Stability/min	8.1	1.3 ~ 16.5	59.64
弱化度 Degree of softening	58	20 ~ 150	63.22
峰值时间 Peak time/min	6.6	6.3 ~ 6.9	2.23
糊化温度 Pasting temperature/°C	75.3	66.9 ~ 88.9	12.65
峰值黏度 Peak viscosity/cP	2604	2101 ~ 3170	11.22
保持黏度 Hold trough/cP	1981	1546 ~ 2274	11.32
稀澌值 Breakdown/cP	623	380 ~ 896	21.35
最终黏度 Final viscosity/cP	3180	2727 ~ 3693	9.51
回生值 Setback/cP	1199	954 ~ 1470	11.90
面包体积 Loaf volume/mL	705	495 ~ 910	13.18
面包评分 Loaf score	68.9	41.5 ~ 94.0	18.77

表 2 小麦品种蛋白质参数间的相关分析  
Table 2 Correlation analysis of protein parameters of wheat varieties

品质参数 Quality parameters	谷蛋白大 聚集体 GMP	SDS-沉降值 SDS- Sedimentation value	湿面筋 Wet gluten	面筋指数 Wet gluten index	干面筋 Dry gluten	面粉蛋白 Protein	麦谷蛋白 Glutenin	醇溶蛋白 Gliadin	清球蛋白 Albumin & Globulin	吸水率 Water absorption	形成时间 Development time	稳定时间 Stability
SDS-沉降值 SDS-Sedimentation value	0.779 **	1										
湿面筋 Wet gluten	0.387	0.272	1									
面筋指数 Wet gluten index	0.585 **	0.557 **	-0.043	1								
干面筋 Dry gluten	0.632 **	0.541 *	0.888 **	0.115	1							
面粉蛋白 Protein	0.664 **	0.604 **	0.740 **	0.221	0.883 **	1						
麦谷蛋白 Glutenin	0.447 *	0.533 *	0.326	0.552 **	0.341	0.235	1					
醇溶蛋白 Gliadin	-0.362	-0.392	-0.206	-0.595 **	-0.168	-0.058	-0.905 **	1				
清球蛋白 Albumin & Globulin	-0.097	-0.129	-0.236	0.196	-0.323	-0.354	-0.083	-0.323	1			
吸水率 Water absorption	0.254	0.28	0.103	-0.069	0.284	0.296	-0.342	0.334	-0.034	1		
形成时间 Development time	0.713 **	0.703 **	0.308	0.562 **	0.562 **	0.668 **	0.334	-0.245	-0.16	0.338	1	
稳定时间 Stability	0.707 **	0.673 **	0.049	0.892 **	0.271	0.414	0.444 *	-0.452 *	0.095	0.11	0.755 **	1
软化度 Degree of softening	-0.719 **	-0.575 **	-0.336	-0.823 **	-0.436 *	-0.497 *	-0.439 *	0.460 *	-0.15	-0.037	-0.588 **	-0.855 **

注: \*, \*\* 分别表示 0.05 和 0.01 显著水平, 下同。

Note: \* and \*\* mean significant difference at the 0.05 and 0.01 levels, the same as below.

## 2.2 小麦品种蛋白淀粉品质指标间相关性分析

2.2.1 小麦品种蛋白品质指标间相关性分析 由表 2 可知,GMP 及 SDS-沉降值与湿面筋指数、面粉蛋白含量、形成时间、稳定时间间达 0.01 水平正相关,与弱化度间达 0.01 水平负相关;GMP 与干面筋含量和麦谷蛋白含量间分别达 0.01 和 0.05 水平正相关,SDS-沉降值与干面筋含量和麦谷蛋白含量间达 0.05 水平正相关,说明 GMP 较 SDS-沉降值与蛋白品质指标间相关程度高,正向作用大。湿面筋含量与干面筋含量和面粉蛋白含量间达 0.01 水平正相关,与其他指标间的相关均不显著、相关作用小;湿面筋指数则与 GMP、SDS-沉降值、麦谷蛋白含量、形成时间、稳定时间间达

0.01 水平正相关,与醇溶蛋白含量、弱化度间达 0.01 水平负相关,说明湿面筋指数与多数品质指标的相关作用强。麦谷蛋白含量与多数蛋白品质指标间存在正向显著相关;醇溶蛋白含量与多数蛋白品质指标间的存在负向相关,但多数相关不显著;清球蛋白与其他蛋白品质指标间的相关系数小,相关作用弱。形成时间、稳定时间、弱化度与多数蛋白品质指标间存在正向显著相关,其中弱化度的作用更为明显。

2.2.2 小麦品种 RVA 参数间相关性分析 由表 3 可知,峰值粘度与保持粘度、稀懈值、最终粘度及回生值间均达 0.01 水平正相关,最终粘度与保持粘度、回生值间达 0.01 水平正相关,其他指标间的相关均不显

表 3 小麦品种 RVA 参数间的相关分析

Table 3 Correlation analysis of RVA parameters of wheat varieties

品质参数 Quality parameters	峰值时间 Peak time	糊化温度 Pasting temperature	峰值黏度 Peak viscosity	保持黏度 Hold trough	稀懈值 Breakdown	最终黏度 Final viscosity
糊化温度 Pasting temperature	-0.175	1				
峰值黏度 Peak viscosity	0.145	0.062	1			
保持黏度 Hold trough	0.393	0.151	0.900 **	1		
稀懈值 Breakdown	-0.342	-0.118	0.679 **	0.292	1	
最终黏度 Final viscosity	0.176	0.316	0.799 **	0.895 **	0.247	1
回生值 Setback	-0.244	0.433	0.28	0.326	0.066	0.714 **

表 4 小麦品种蛋白品质参数与 RVA 参数间的相关系数

Table 4 Correlation coefficient between protein parameters and RVA parameters of wheat varieties

品质参数 Quality parameters	峰值时间 Peak time	糊化温度 Pasting temperature	峰值黏度 Peak viscosity	保持黏度 Hold trough	稀懈值 Breakdown	最终黏度 Final viscosity	回生值 Setback
谷蛋白大聚集体 GMP	0.329	-0.437 *	0.155	0.208	-0.012	0.131	-0.049
SDS-沉降值 SDS-Sedimentation value	-0.009	-0.339	0.032	-0.002	0.074	-0.074	-0.154
湿面筋 Wet gluten	0.172	-0.164	0.342	0.4	0.078	0.36	0.135
面筋指数 Wet gluten index	-0.065	-0.297	0.134	0.153	0.036	0.192	0.167
干面筋 Dry gluten	0.233	-0.274	0.327	0.365	0.103	0.225	-0.095
面粉蛋白 Protein	0.128	-0.355	0.302	0.272	0.205	0.162	-0.083
麦谷蛋白 Glutenin	-0.136	0.154	0.207	0.3	-0.052	0.371	0.314
醇溶蛋白 Glidian	0.088	-0.106	-0.179	-0.299	0.111	-0.351	-0.275
清球蛋白 Albumin & Globulin	0.118	-0.078	-0.111	-0.026	-0.2	-0.032	-0.026
吸水率 Water absorption	0.148	-0.785 **	-0.129	-0.298	0.219	-0.573 **	-0.747 **
形成时间 Development time	0.172	-0.369	0.518 *	0.395	0.472 *	0.198	-0.201
稳定时间 Stability	-0.033	-0.365	0.269	0.197	0.257	0.164	0.038
弱化度 Degree of softening	-0.097	0.363	-0.311	-0.32	-0.144	-0.352	-0.244

著、相关作用较小。

由表4可知,GMP与糊化温度间达0.05水平负相关,形成时间与峰值粘度和稀懈值间达0.05水平正相关;除麦谷蛋白含量外,糊化温度整体上与蛋白质品质参数间呈负向相关。吸水率与糊化温度、最终粘度、回生值间达0.01水平负相关,与蛋白质品质参数间的相关却不显著,说明吸水率高低受淀粉品质特性的影响大。

**2.2.3 小麦品种蛋白淀粉品质指标与面包品质指标间相关性分析** 由表5可知,GMP、SDS-沉降值、湿面筋含量、湿面筋指数、干面筋含量、面粉蛋白含量、麦谷蛋白含量、形成时间、稳定时间等反映蛋白质品质的参数,除湿面筋含量与面包评分间达0.05水平正相关外,其他参数均与面包体积和面包评分间达0.01水平正相关;醇溶蛋白含量及弱化度与面包体积和面包评分间分别达0.05和0.01水平负相关;清球蛋白含量与面包体积和面包评分间存在负相关,但其相关均不显著,说明蛋白特性与面包品质指标的相关性较强,提

高面团流变学特性能明显改良面包品质。RVA参数的峰值时间、峰值粘度、保持粘度、稀懈值、最终粘度、回生值与面包体积和面包评分间存在正相关,糊化温度与面包体积和面包评分间相关均不显著,说明淀粉糊化特性与面包各品质指标的相关较小。

大多数品质指标和面包烘焙品质间存在着极显著的相关性,但是,面对众多的品质指标,难以对其相对重要性作出直观的判断。

### 2.3 蛋白淀粉综合品质测试指标对面包烘焙品质的相对重要性

综合各仪器的品质测试指标,分别以面包体积、面包评分为因变量,以其它各品质测试指标为自变量进行逐步回归分析,将影响面包烘焙品质的品质测试指标的标准化回归系数绝对值列于表6,从表6中可以看出,对面包体积的作用大小依次为湿面筋指数>弱化度>形成时间>湿面筋含量>糊化温度>面粉蛋白含量>GMP>稳定时间>吸水率>干面筋含量>保持

表5 小麦品种蛋白与淀粉品质参数及与面包品质间的相关系数

Table 5 Correlation coefficient between protein and starch parameters and bread quality of wheat varieties

品质参数 Quality parameters	面包体积 Loaf volume	面包评分 Loaf score
谷蛋白大聚集体 GMP	0.795 **	0.796 **
SDS - 沉降值 SDS-Sedimentation value	0.752 **	0.772 **
湿面筋 Wet gluten	0.597 **	0.535 *
面筋指数 Wet gluten index	0.558 **	0.586 **
干面筋 Dry gluten	0.769 **	0.740 **
面粉蛋白 Protein	0.819 **	0.775 **
麦谷蛋白 Glutenin	0.609 **	0.610 **
醇溶蛋白 Glidian	-0.484 *	-0.481 *
清球蛋白 Albumin & Globulin	-0.178	-0.157
吸水率 Water absorption	0.045	0.06
形成时间 Development time	0.780 **	0.809 **
稳定时间 Stability	0.696 **	0.752 **
弱化度 Degree of softening	-0.704 **	-0.733 **
峰值时间 Peak time	0.031	0.13
糊化温度 Pasting temperature	-0.153	-0.151
峰值黏度 Peak viscosity	0.428	0.425
保持黏度 Hold trough	0.421	0.432
稀懈值 Breakdown	0.229	0.206
最终黏度 Final viscosity	0.37	0.361
回生值 Setback	0.123	0.087
面包体积 Loaf volume	1	0.960 **

表 6 各仪器品质指标的标准化偏回归系数

Table 6 Standardized partial regression coefficient of different instrument parameters

品质参数 Quality parameters	面包体积 Loaf volume	面包评分 Loaf score
谷蛋白大聚合物 GMP	0.636	0.036
SDS-沉降值 SDS-Sedimentation value	0.306	0.070
湿面筋 Wet gluten	0.836	0.074
面筋指数 Wet gluten index	1.073	0.157
干面筋 Dry gluten	0.503	0.176
面粉蛋白 Protein	0.649	0.455
麦谷蛋白 Glutenin	0.111	1.086
醇溶蛋白 Glidian	0.127	0.818
清球蛋白 Albumin & Globulin	0.109	0.383
吸水率 Water absorption	0.611	0.442
形成时间 Development time	0.892	0.021
稳定时间 Stability	0.612	0.838
弱化度 Degree of softening	1.004	0.180
峰值时间 Peak time	0.004	0.093
糊化温度 Pasting temperature	0.804	0.380
保持黏度 Hold trough	0.404	0.130
稀懈值 Breakdown	0.285	0.100
回生值 Setback	0.011	0.220
决定系数 $R^2$	0.992	0.994

黏度 > SDS-沉降值 > 稀懈值 > 醇溶蛋白 > 麦谷蛋白 > 清球蛋白 > 回生值 > 峰值时间, 对面包评分的作用大小依次为麦谷蛋白 > 稳定时间 > 醇溶蛋白 > 面粉蛋白含量 > 吸水率 > 清球蛋白 > 糊化温度 > 回生值 > 弱化度 > 干面筋含量 > 湿面筋指数 > 保持黏度 > 稀懈值 > 峰值时间 > 湿面筋含量 > SDS-沉降值 > GMP > 形成时间。这些品质指标对面包体积和面包评分的决定系数分别为 0.996 和 0.997, 表明这些品质指标已经决定了面包烘焙品质的 99.6% 以上, 是综合反映面包烘焙品质的重要指标。

上述分析也说明, 蛋白品质指标是评价面包烘焙品质的重要指标, 其中湿面筋指数和弱化度对面包体积尤为重要, 麦谷蛋白含量和稳定时间则对面包评分尤为重要, 糊化温度对面包烘焙品质也起到了重要的作用。

### 3 讨论

本研究结果表明, GMP、SDS-沉降值、湿面筋指数、湿面筋含量、干面筋含量、面粉蛋白质含量、麦谷蛋白

含量、形成时间、稳定时间、弱化度等多数品质指标间存在显著相关, 且多数品质指标与面包烘焙品质间达显著相关; 尤其是 GMP 和 SDS-沉降值同其他仪器的多数指标间存在显著的相关。本研究中, 品质性状间的相关趋势与前人研究结果基本一致<sup>[2-7, 14, 22-23]</sup>, 也存在着一定的差异, 可能与所用研究材料不一致有关。由于受材料种子数量及试验条件所限, 在育种早代进行面团流变学特性参数的测定存在一定困难。研究表明, 沉降值的遗传力较高<sup>[23]</sup>, GMP 的相对含量在各品种及品系之间存在极广泛的遗传变异<sup>[2]</sup>, 上述两项指标检测所用的样品数量少, 检测仪器价格低廉, 操作简单, 在早代大量品系的筛选过程中可作为有效的选择指标。

许多研究结果表明, 小麦淀粉 RVA 参数特性是衡量小麦面条品质的一个重要指标。本研究结果表明, 峰值粘度与保持粘度、稀懈值、最终粘度及回生值间均达极显著水平正相关; 最终粘度与保持粘度、回生值间达极显著水平正相关, 其他指标间的相关均不显著、作用较小。这和阎俊等<sup>[15]</sup>、张勇等<sup>[16]</sup>的结论基本一致, 表明峰值粘度是衡量品种淀粉特性的最重要的指标。

除麦谷蛋白含量外,糊化温度整体上与蛋白品质参数间呈负向相关,多数相关不显著,仅与GMP和吸水率的相关达显著水平。姚大年等<sup>[24]</sup>研究表明,基因型和环境对淀粉性状和粘度参数均有重要作用,其中环境作用更大。本研究同乔玉强等<sup>[1]</sup>的研究结果存在一定差异,本研究为同年同一地点的结果,乔玉强的研究为两个年度不同地点的结果,因而,该差异可能与年份及地点的环境变异有关。另外,吸水率除与糊化温度间达0.01水平负相关外,还与最终粘度、回生值间达同水平负相关;而吸水率与蛋白品质参数间的相关均不显著,可能是吸水率的高低受淀粉影响大,出现这一现象的原因有待于做进一步研究。

利用统计分析软件SPSS 13.0进行逐步回归分析的方法,分析GMP、SDS-沉降值、蛋白质含量、SE-HPLC参数、面筋仪参数、粉质仪参数和RVA粘度参数与面包加工品质的关系。结果表明,湿面筋指数、弱化度、形成时间、湿面筋含量、糊化温度等和麦谷蛋白、稳定时间、醇溶蛋白、面粉蛋白含量、吸水率等是反映面包烘焙品质的重要指标,值得关注的是RVA参数对面包烘焙品质也起到了重要的作用。由此可知,粉质仪是有效评价面团流变学特性的检测方法,与烘焙品质有较高的相关性,但用样量较多,所需时间长,适合高代检测。虽然用SE-HPLC测得的麦谷蛋白含量及醇溶蛋白含量也为反映面包烘焙品质的最重要指标,但是该仪器昂贵,在条件较好的单位,可用于品质育种选择。面筋仪的湿面筋指数及干、湿面筋含量也与多数品质指标间及面包烘焙品质间存在显著相关,且该仪器用样量较少,所需时间短,可作为一个重要的仪器设施;还可用手洗法测定全麦粉湿面筋含量,只需配置含有指数筛的离心机及烘干机即可,因此在品质育种过程中应重视面筋仪指标的应用。

## 4 结论

由于仪器的测试指标间有着广泛的相关性,且大多数指标间的相关系数达极显著水平,其中,湿面筋指数、弱化度和麦谷蛋白、稳定时间是反映面包烘焙品质的重要指标;因而,在小麦品质检测过程中,除特殊研究需要外,可以根据一种仪器分析的结果预测小麦品质的优劣,不需要对同一样品进行多种仪器的测定。育种早代进行GMP或SDS-沉降值测定,中高代进行面筋仪、粉质仪测定,在品质测试过程中重视湿面筋指数、弱化度的重要性。同时,小麦粉淀粉品质对面包品质的影响也应引起关注。

## 参考文献:

- [1] 乔玉强, 马传喜, 黄正来, 司红超, 蔡华, 夏云祥. 小麦糊化特性参数稳定性分析及其与其它品质性状关系的研究[J]. 激光生物学报, 2008, 17(5): 587-592
- [2] 孙辉, 姚大年, 刘广田, 张树榛. 普通小麦胚乳蛋白质与面包烘烤品质关系的研究与利用. (1)蛋白质及其各组分的含量与烘烤品质的关系研究[J]. 中国粮油学报, 2001, 16(2): 27-30
- [3] 赵乃新, 王乐凯, 程爱华, 兰静, 戴常军. 面包烘焙品质与小麦品质性状的相关性[J]. 麦类作物学报, 2003, 23(3): 33-36
- [4] Campbell W P, Wrigley C W, Cressey P J. Statistical correlation between quality attributes and grain-protein composition for 71 hexaploid wheats used as breeding parents[J]. Cereal Chemistry, 1987, 64(4): 293-299
- [5] Ng P K W, Bushuk W. Statistical relationship between high molecular subunit of glutenin and bread making quality of Canadian grown wheat[J]. Cereal Chemistry, 1988, 65: 408-413
- [6] Nikitas P M, Willian R M. Bread making quality of ten Greek bread wheats II. Relationship of protein, lipid and starch component to baking quality[J]. Science Food Agriculture, 1992, 2: 87-101
- [7] Gupta R B, Khan K, Macritchie F. Biochemical basis of flour properties in bread wheats. I. Effects of variation in the quantity and size distribution of polymeric protein[J]. Journal of Cereal Science, 1993, 18: 23-41
- [8] Weegels P L, Hamer R J and Schofield J D. Functional properties of wheat lutenin[J]. Journal of Cereal Science, 1996, 23: 1-18
- [9] Khan K, Tamming G and Lukow O. The effect of wheat flour proteins on mixing and baking quality correlation with protein fractions and high molecular weight glutenin subunit composition by gel electrophoresis[J]. Cereal Chemistry, 1989, 66: 391-396
- [10] Singh N K, Donovan G R, Batey I L, Mac R F. Use of sonication and size-exclusion high-performance liquid chromatography in the study of wheat flour proteins. I Dissolution of total proteins in the absence of reducing agents[J]. Cereal Chemistry, 1990, 67: 150-161
- [11] 姚大年, 李保云, 朱金宝, 梁荣奇, 刘广田. 小麦品质主要淀粉性状及面条品质预测指标的研究[J]. 中国农业科学, 1999, 32(6): 84-88
- [12] 刘建军, 何中虎, 赵振东, 刘爱峰, 宋建民, Peña R J. 小麦品质性状与干白面条品质参数关系的研究[J]. 作物学报, 2002, 28(6): 738-742
- [13] 刘建军, 何中虎, 杨金, 徐兆华, 刘爱峰, 赵振东. 小麦品种淀粉特性变异及其与面条品质关系的研究[J]. 中国农业科学, 2003, 36(1): 7-12
- [14] 杨金, 张艳, 何中虎, 阎俊, 王德森, 刘建军, 王美芳. 小麦品质性状与面包和面条品质关系分析[J]. 作物学报, 2004, 30(8): 739-744
- [15] 阎俊, 张勇, 何中虎, 阎俊, 王德森, 刘建军, 王美芳. 小麦品种糊化特性研究[J]. 中国农业科学, 2001, 34(1): 9-13
- [16] 张勇, 何中虎. 我国春播小麦淀粉糊化特性研究[J]. 中国农业科学, 2002, 35(5): 471-475
- [17] AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal

- Chemists[M], 9th edition. St. Paul, MN, USA, 1995
- [18] Peña R J, Amaya A, Rajaram S, Mujeeb-Kazi A. Variation in quality characteristics associated with some spring 1B/1R translocation wheats[J]. *Journal of Cereal Science*, 1990, 12: 105 - 112
- [19] 王世杰,林作楫,吴政卿,李得云,王美芳,刘广田. 小麦品质微量测定方法的评价[J]. *中国粮油学报*, 2006, 21(4): 124 - 127
- [20] Larroque O R, Gianibelli M C, Gomez S M,. Procedure for obtaining stable protein extracts of cereal flour and whole meal for size-exclusion HPLC analysis[J]. *Cereal Chemistry*, 2000, 77(4): 448 - 450
- [21] 国标 GB/T14046 - 93, GB/T14614 - 93, GB/T14611 - 93[S]. 中华人民共和国国家标准, 国家技术监督局 1993 - 09 - 05 发布, 1994 - 07 - 01 实施
- [22] 杨学举, 荣广哲, 卢桂芬. 优质小麦重要性状的相关分析[J]. *麦类作物学报*, 2001, 21(2): 35 - 37
- [23] 王辉, 马志强, 曹莉, 孙道杰, 李学军, 闵东红, 冯毅. 我国冬小麦品种品质现状与问题[J]. *西北农林科技大学学报:自然科学版*, 2003, 31(4): 34 - 40
- [24] 姚大年, 刘广田, 朱金宝, 梁荣奇. 基因型和环境对小麦品种淀粉性状和面粉粘度参数的影响[J]. *粮食与饲料工业*, 1999(6): 1 - 4

## The Relationship between Protein Quality and Starch Pasting Parameters and Bread Baking Quality in Common Wheat

WANG Mei-fang ZHAO Shi-lei LEI Zhen-sheng WU Zheng-qing CHAO Yue-en XU Fu-xin  
YANG Pan YANG Hui-min LIU Jia-ping LI Wei

(Wheat Research Center, Henan Academy of Agricultural Sciences/National Laboratory of Wheat Engineering/  
Key Laboratory of Wheat Biology and Genetic Breeding in Central Huang-huai Region, Ministry of  
Agriculture/Henan Key Laboratory of Wheat Biology, Zhengzhou, Henan 450002)

**Abstract:** Wheat varieties planted in large area in Huang-Huai wheat region in the past years and advanced wheat lines were selected as materials, the protein quality and starch pasting parameters of which were analyzed by NIR, Glutomatic, Farinograph, RVA, SE-HPLC and so on to determine the relationship between protein parameters and between the parameters and bread baking quality. The parameters of GMP, SDS sedimentation value, wet gluten index and degree of softening were significantly and positively correlated with most protein quality parameters at the 0.01 or 0.05 levels. The parameters of GMP quantity, SDS sedimentation value, wet gluten index, dry gluten quantity, flour protein quantity, glutenin quantity, development time, stability were significantly and positively correlated with bread baking quality parameters at the 0.01 level. The quantity of wet gluten was significantly and positively correlated with loaf volume and loaf score at the 0.01 and 0.05 levels respectively. Both quantity of gliadin and degree of softening were significantly and negatively correlated with loaf volume and loaf score at the 0.01, 0.05 levels respectively. Water absorption of dough was significantly and negatively correlated with pasting temperature, final viscosity and setback at the 0.01 level. The development time was significantly and positively correlated with peak viscosity and breakdown at the 0.05 level. GMP was significantly and negatively correlated with pasting temperature at the 0.05 level. The contribution of individual parameter could be ranked for loaf volume as wet gluten index > degree of softening > development time > wet gluten quantity > pasting temperature et al and for loaf score as glutenin quantity > stability > gliadin quantity > flour protein quantity > water absorption of dough et al, respectively. There existed significant correlation among quality parameters of common wheat. Wet gluten index, degree of softening and glutenin quantity, stability were important indexes to evaluate bread baking quality. The parameters of GMP or SDS sedimentation value could be determined in the early generation and the parameters of Glutomatic and Farinograph could be determined in the medium and high generations. Great attention should be paid to the importance of wet gluten index and degree of softening at the quality detection. And it should be paid to the influence of starch qualities for the bread quality too.

**Key words:** Wheat; Protein; Starch; Bread quality