

不同小麦品种蛋白质含量、组分差异及其与面粉色泽的关系

马冬云, 郭天财*, 王晨阳, 韩巧霞, 徐丽娜
(河南农业大学, 国家小麦工程技术研究中心, 河南 郑州 450002)

摘要: 对河南省具有推广前景的 30 个小麦品种的蛋白质含量、蛋白质组分、蛋白质特性及面粉色泽进行了分析, 结果表明, 30 个品种的蛋白质含量变异系数为 8.34%, 形成时间和稳定时间的变异系数分别为 83.8%和 87.4%。依据蛋白质含量和稳定时间对小麦品种进行的分类结果表明, 达到强筋小麦标准的有 4 个品种, 占 13.3%; 达到中筋小麦标准的有 21 个品种, 占 70%。蛋白质含量及特性和面粉色泽相关性分析结果表明, 蛋白质含量和 b*值呈显著正相关; 清蛋白含量和 L*值呈极显著负相关; 面团形成时间、稳定时间、粉质指数均与 L*值呈极显著负相关。表明蛋白质含量及特性对面粉色泽有明显影响, 在小麦育种和栽培调控措施中应根据小麦面粉用途综合考虑蛋白质特性和面粉色泽。

关键词: 小麦; 蛋白质含量; 蛋白质组分; 面粉色泽

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004—3268(2010)02—0005—05

Variation of Protein Content and Component and Their Relations with Flour Color in Different Wheat Varieties

MA Dong-yun, GUO Tian-cai*, WANG Chen-yang, HAN Qiao-xia, XU Li-na
(Henan Agricultural University, National Engineering Research Center for Wheat, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The protein content, protein property and flour color of 30 wheat varieties were analyzed in the paper. The results indicated that the variation coefficient of protein content, stability time and formation time was 8.34%, 83.8% and 87.4%, respectively. The 30 wheat varieties were classified based on the protein content and stability time, of which four met the standard of strong gluten and 21 met the standard of medium gluten wheat. The correlation analysis of protein content, protein property and flour color showed that protein content had significantly positive correlation with the b*-value, and albumin content had significantly negative correlation with the L*-value. The formation time, stability time and farinograph index were also correlated negatively with b*-value. This suggested that protein content and property had great effect on flour color. In wheat breeding and cultivation, the protein property and flour colour should be considered comprehensively according to the flour end-use purpose.

Key words: Wheat; Protein content; Protein components; Flour color

小麦面粉色泽是评价面粉品质的重要感官指标^[1]。Yasunaga 等^[2]研究表明, 面粉明度指数 (L*)、红度指数 (a*) 和黄度指数 (b*) 可评价面粉色泽, b* 与面粉中天然色素 (如类胡萝卜素等) 含量有

收稿日期: 2009—10—09
基金项目: 河南省自然科学基金项目 (2009B210012); 河南农业大学博士基金 (30200295)
作者简介: 马冬云 (1972—), 女, 河南修武人, 副研究员, 博士, 主要从事小麦生理及品质研究。
* 通讯作者: 郭天财 (1953—), 男, 河南济源人, 教授, 博士生导师, 主要从事小麦耕作与栽培研究。

关。研究表明, 诸多因素影响面粉色泽, 如灰分含量^[3]、出粉率^[4]、面粉颗粒大小^[5]、蛋白质含量^[3]; 同时, PPO 活性和叶黄素含量与面粉色泽均呈负相关^[6,7]。Miskelly^[8]指出, 蛋白质是决定面粉白度的因素之一, 蛋白质含量与色泽等级呈极显著正相关, 即蛋白质含量越高, 面粉白度越差。而胡新中等认为, 可能由于品种和出粉率的差异造成蛋白质含量与面粉及面条的色泽相关性不显著^[9]。研究表明, 蛋白质组分中的单体蛋白与面粉色泽有一定关系, 单体蛋白含量与面粉的 b* 呈极显著正相关, 与面粉 a* 呈显著负相关^[9]。由于所用品种不同, 所得研究结果不完全相同。为此, 河南省具有推广前景的 30 个小麦品种材料, 研究了不同蛋白质特性与面粉色泽的关系, 旨在为选育具有优良面粉色泽的小麦品种提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验于 2006—2007 年度在河南农业大学科教示范园区进行。试验采用随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 3m×7m。土壤为潮土, 前茬田菁掩蔽, 土壤含有机质 17.8g/kg、全氮 0.99g/kg、碱解氮 57.9mg/kg、速效磷 67.5mg/kg、速效钾 204.8mg/kg。结合整地施 P₂O₅ 150kg/hm², K₂O 150kg/hm²。氮肥施用量 180kg/hm², 其中氮肥基施 50%, 其余 50% 于拔节期结合浇水施入。播种密度按照品种特性而定, 10 月 12 日播种, 三叶期定苗, 田间管理按一般高产

麦田进行, 成熟期每小区收获 6m² 全部植株籽粒备用。

1.2 品质指标测定

采用 AACC26—21A 制粉, Junior 磨磨粉; 采用 GB5497—85 测定面粉水分; 采用 BRABENDER 生产的 FARINOGRAPH—E 测定面团流变学特性。面粉色泽用 Minolta CR310 型色彩色差仪 (Minolta Camera Co. Ltd., Japan) 测定。采用 CIE—I*, a*, b* 色空间表示方法, L* 代表亮度, a* 代表红色—绿色之间的变化, b* 代表黄色—蓝色之间的变化。蛋白质含量及组分采用 FOSS 定氮仪测定。

2 结果与分析

2.1 不同小麦品种面粉蛋白质特性及面粉色泽的变化

由表 1 可以看出, 30 个小麦品种平均蛋白质含量为 12.48%, 谷蛋白含量为 4.65%。蛋白质组分中变异系数最大的为球蛋白, 达 49.65%; 最低的为谷蛋白, 只有 13.56%。不同品种面团形成时间平均值为 6.8 min, 最长 26.2min, 为周麦 19。形成时间和稳定时间的变异系数分别达到 83.8% 和 87.4%。面粉色泽的 L* 的平均值为 93.82, 最大值 95.68 为阜麦 936—2; 最小值 91.46, 为周麦 19; a* 和 b* 的平均值分别为 -1.01 和 10.69。从变异系数可以看出, L* 的变异系数最小, 而 a* 的变异系数最大, 表明本试验所用品种的面粉白度值均较高, 且不同品种之间白度差异较小, 而红色度在不同品种间差异较大。

表 1 不同小麦品种面粉蛋白质特性及面粉色泽的差异

品种	蛋白质 含量/ %	清蛋白 含量/ %	球蛋白 含量/ %	醇溶蛋白 含量/ %	谷蛋白 含量/ %	形成时间/ min	稳定时间/ min	L*	a*	b*
新麦 208	11.71	1.44	1.70	3.16	5.06	—	—	94.86	-1.11	9.40
兰考 20	13.52	1.65	0.98	3.25	5.91	7.0	11.8	93.57	-0.95	12.09
豫农 035—2	11.91	2.20	0.83	4.10	4.89	5.7	7.2	94.69	-0.70	8.98
平安 3 号	14.46	1.04	1.13	4.01	5.12	4.0	3.4	94.63	-0.54	9.28
郑州 986	14.21	1.35	0.98	4.48	5.08	17.2	22.3	92.70	-0.71	12.68
豫农 201	12.35	1.68	1.07	4.49	4.85	3.3	3.2	95.14	-1.95	8.82
周麦 19	11.60	2.55	0.91	3.09	4.68	26.2	33.1	91.46	-1.13	11.72
西农 979	12.03	1.97	0.90	3.51	5.20	5.3	10.3	93.68	-0.31	9.90
小偃 81	14.62	2.05	0.67	5.84	5.30	4.2	5.8	93.35	-0.46	10.21
新麦 18	12.11	2.35	2.52	3.90	3.98	18.3	24.3	92.39	-0.63	10.89
兰考 18	12.68	2.03	3.90	3.89	3.26	7.3	11.5	93.02	-1.52	11.36
洛麦 21	12.62	2.86	1.03	2.25	4.41	4.5	4.4	92.11	-1.29	10.91
阜麦 936—2	14.52	1.99	1.79	4.66	4.08	2.2	6.6	95.68	-1.17	16.41
新麦 19	12.50	2.68	0.98	2.87	5.32	—	—	94.15	-0.60	8.47

续表 1 不同小麦品种面粉蛋白质特性及面粉色泽的差异

品种	蛋白质 含量/ %	清蛋白 含量/ %	球蛋白 含量/ %	醇溶蛋白 含量/ %	谷蛋白 含量/ %	形成时间/ min	稳定时间/ min	L*	a*	b*
周麦 98165	12.31	2.52	1.26	3.13	4.35	5.7	7.4	93.68	—1.47	13.66
豫农 949	13.15	2.78	1.39	3.11	3.29	2.8	2.1	94.78	—0.81	9.31
薯麦 6 号	12.89	2.87	1.11	3.04	5.30	2.9	2.3	94.20	—1.54	11.15
豫农 976	13.15	2.17	2.04	4.22	4.87	11.8	25.0	92.95	—0.53	8.50
豫农 035—1	11.39	2.31	1.58	3.57	4.26	6.3	8.3	93.23	—2.25	10.89
豫麦 7036	12.74	2.94	1.10	3.63	4.37	13.2	20.9	92.12	—1.48	14.13
豫农 049	11.74	1.01	0.81	4.02	5.43	3.0	3.4	93.85	—1.12	7.57
豫农 982	11.45	2.21	1.31	2.57	4.87	4.0	4.5	93.58	—1.18	13.09
豫农 9361	11.31	2.19	1.07	2.86	4.72	8.7	17.3	93.27	—0.67	8.21
周麦 18	11.89	1.35	0.97	4.05	5.22	4.3	3.6	94.28	—1.01	10.93
兰考 21	13.33	1.39	1.14	4.85	4.53	5.2	5.9	93.56	—1.15	13.44
同舟 916	11.93	0.89	0.89	2.03	3.81	2.5	4.1	95.41	—0.52	6.95
平安 6 号	11.62	1.36	2.52	3.96	3.79	4.0	3.4	94.15	—0.82	10.20
豫麦 49—198	10.61	1.34	1.40	3.13	4.32	2.7	5.1	95.48	—0.74	8.43
GM98048	11.22	1.25	1.79	3.36	4.91	3.4	3.2	94.35	—1.03	11.75
豫农 202	12.68	2.36	2.52	2.43	4.42	3.9	6.6	94.22	—0.92	11.22
平均值	12.48	1.96	1.41	3.58	4.65	6.8	9.5	93.82	—1.01	10.69
最大值	14.62	2.94	3.90	5.84	5.91	26.2	33.1	95.68	—0.31	16.41
最小值	10.61	0.89	0.67	2.03	3.26	2.2	2.1	91.46	—2.25	6.95
极差	4.01	2.05	3.23	3.81	2.65	24.0	31.0	4.22	1.94	9.46
S	1.04	0.61	0.70	0.83	0.63	5.7	8.3	1.05	0.45	2.15
变异系数/ %	8.34	31.11	49.65	23.30	13.56	83.80	87.40	1.12	44.60	20.10

注：“—”表示数据缺失

2.2 按小麦质量标准进行分类的结果

根据小麦籽粒蛋白质含量和面团黏弹性不同,不同面粉特性适宜制作不同的食品。其中强筋小麦品种蛋白质含量高,面团弹性好,适宜制作面包等烘焙食品;中筋小麦品种蛋白质含量适中,适宜制作面条等蒸煮类食品;弱筋小麦品种蛋白质含量(P)低,面团稳定时间短,适宜制作糕点类食品。根据优质小麦质量标准进行分类(表 2),11.5%≤P<14%的占总体的 70%,有 21 个品种;P≥14%的有 4 个品种,占总体的 13.3%;P<11.5%的有 5 个品种,占

总体的 16.7%。根据面团稳定时间(S)进行分类:S≥7 min 的有 12 个品种,占总体的 42.9%;2.5<S<7 的品种有 14 个,占总体的 50.0%;S≤2.5 的品种仅有 2 个,占总体的 7.1%。从蛋白质含量和稳定时间看,两者皆满足的比较少,其中满足 11.5≤P<14.0,2.5<S<7 的品种有 8 个,占总供测品种的 26.7%;没有蛋白质含量低且稳定时间短的品种,表明在所测试的 30 个品种中,以中筋小麦品种为主,强筋小麦品种所占比例较少,而没有完全满足弱筋小麦标准的品种。

表 2 不同等级小麦所占比例(按小麦质量标准分类)

项目		品种数量/ 个	占总体百分比/ %
蛋白质含量(P)/ %	P≥14	4	13.3
	11.5≤P<14	21	70.0
	P<11.5	5	16.7
稳定时间(S)/ min	S≥7	12	42.9
	2.5<S<7	14	50.0
	S≤2.5	2	7.1
蛋白质含量(P)/ %	P≥14 S≥7	1	3.3
稳定时间(S)/ min	11.5≤P<14 2.5<S<7	8	26.7
	P<11.5 S≤2.5	0	0

注:其中 2 个品种的稳定时间数据缺失,统计数量为 28 个

2.3 小麦面粉色泽的聚类分析

不同小麦品种面粉色泽参数聚类分析结果见表 3。其中 L* 和 b* 高, 而 a* 较低的为第 1 类, 只有阜麦 936—2, 占有品种的 3.3%; 第 2 类的 L* 和 a*

较高, 而 b* 较低, 品种有 11 个, 占有品种的 36.7%; 第 3 类的 L* 和 a* 较低, 而 b* 较高, 品种有 6 个, 占有品种的 20.0%; 第 4 类的品种最多, 有 12 个, 占有品种的 40.0%。

表 3 不同小麦品种面粉色泽聚类分析结果

类别	品种	L*	a*	b*	品种数/ 个	占总体百 分比/%
1	阜麦 936—2	95.68	—1.17	16.41	1	3.3
2	豫农 201、新麦 208、新麦 19、豫农 035—2、平安 3 号、 豫农 949、976、豫农 049、9361、同舟 916、豫麦 49—198、	94.47	—0.84	8.54	11	36.7
3	兰考 20、郑州 986、周麦 98165、豫农 1036、豫农 982、兰考 21、	93.20	—1.16	13.18	6	20.0
4	周麦 19、西农 979、小偃 81、新麦 18、兰考 18、洛麦 21、薯麦 6 号、 豫农 035—1、周麦 18、平安 6 号、GM98048、豫农 202	93.37	—1.08	10.93	12	40.0

注: 表中 L*、a*、b* 值为各品种测定数据的平均值

2.4 蛋白质含量及特性与面粉色泽的相关性

由表 4 可见, 蛋白质含量和 L* 呈负相关, 和 a*、b* 呈正相关, 但只和 b* 相关性达到显著水平。蛋白质组分和色泽的相关性多数不显著, 只有清蛋白含量和 L* 呈

极显著负相关。粉质仪所测参数和面粉色泽的相关性表现为面团形成时间、稳定时间、粉质指数均和 L* 呈极显著负相关, 而弱化度和 L* 呈极显著正相关, 和 a*、b* 多数相关性不显著, 只有弱化度和 a* 值呈显著负相关。

表 4 蛋白质含量及特性与面粉色泽的相关系数

项目	蛋白质 含量	清蛋白	球蛋白	醇溶蛋白	谷蛋白	形成时间	稳定时间	弱化度	粉质指数
L*	—0.13	—0.46*	—0.04	—0.01	—0.03	—0.76*	—0.72*	0.58*	—0.76*
a*	0.16	—0.25	—0.14	0.03	0.16	0.07	0.14	—0.38*	0.07
b*	0.35*	0.27	0.14	0.19	—0.10	0.18	0.14	—0.16	0.19

3 结论与讨论

小麦蛋白质含量及品质不仅受遗传因素影响, 也受环境和栽培措施影响^[10, 11]。赵虹等认为, 蛋白质、沉降值受环境影响较大, 面团特性、形成时间、稳定时间受环境影响更大^[12]。杨学举等认为, 不同品系的不同品质性状表现出不同的变异性, 品质性状中形成时间、稳定时间、沉降值变异较大^[13]。本研究对河南省具有推广前景的 30 个小麦品种进行的分析表明, 不同小麦品种蛋白质组分中以球蛋白含量的变异系数最大, 而谷蛋白的变异系数最小; 面团特性的变异系数远远大于蛋白质含量的变异系数, 且以稳定时间的变异最大, 这也反映所用品种在蛋白质含量上的差异较小, 而蛋白质质量上的差异较大。同时从小麦质量标准进行分类也可以看出, 完全满足蛋白质含量和稳定时间要求的品种较少, 而多数品种蛋白质含量高, 而粉质参数较低。

面粉色泽受多种因素影响。已有研究表明, 蛋白质含量与质量不仅影响面粉白度, 而且对其制成

品的色泽亦有重要影响^[8]。Oh 等认为, 面粉白度与蛋白质含量呈显著负相关^[5]。而胡新中等认为, 可能由于品种和出粉率的差异造成蛋白质含量与面粉及面条的色泽相关性不显著^[9]。而本研究表明, 蛋白质含量与面粉 L* 呈负相关, 但未达显著水平, 这可能是本试验所用品种蛋白质含量较高, 并且品种之间差异较小所致。蛋白质组分中清蛋白含量和 L* 呈极显著负相关, 这可能是清蛋白中含有生物反应所需的大部分酶类物质, 如 PPO、淀粉酶、蛋白酶等, 它们对面粉及面条的白度影响较大^[9] 的缘故。不同品种面团流变学特性指标与面粉色泽关系较大, 面团形成时间、稳定时间、粉质指数均和 L* 呈极显著负相关; 弱化度和 L* 呈极显著正相关, 和 a* 呈显著负相关。小麦面粉白度与食品品质关系密切, 是非常重要的品质指标, 但目前对其研究还不够深入。面粉白度改良需从遗传育种和优质栽培方面着手, 使优质品种与优质栽培技术配套, 同时, 在注意白度时应兼顾其他品质指标。 (下转第 12 页)

- [4] Payne P L, Holt L M, Worland A J, *et al.* Structural and genetical studies on the high-molecular-weight subunits genes on the long arms of the homoeologous group 1 chromosomes[J]. *Theor Appl Genet*, 1982, 63: 129-138.
- [5] Rakszegi M, Kárpáti M, Lásztity R, *et al.* Study of the LMW gluten subunits of some old Hungarian wheat cultivates[J]. *Cereal Res Comm*, 1999, 27: 293-299.
- [6] 颜泽洪, 代寿芬, 魏育明, 等. 带芒草属物种新型高分子量谷蛋白亚基的鉴定[J]. *广西植物*, 2005, 25(4): 372-374.
- [7] 庄萍萍, 郭志富, 颜泽洪, 等. 波斯小麦高分子量谷蛋白亚基组成分析[J]. *西南农业学报*, 2006, 19(1): 5-9.
- [8] 陈国跃, 李立会. 人工合成六倍体小麦的高分子量谷蛋白亚基组成分析[J]. *麦类作物学报*, 2005, 25(1): 94-97.
- [9] 李保云, 刘桂芳, 王岳光, 等. 小麦高分子量谷蛋白亚基的遗传规律研究[J]. *中国农业大学学报*, 2000, 5(1): 58-62.
- [10] Ng P K W, Bushuk W. Glutenin of Marquis wheat as a reference for estimating molecular weight of glutenin subunits by sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis[J]. *Cereal Chem*, 1987, 64(4): 324-327.
- [11] Payne P L, Lawrence G J. *Catalogue of alleles for the complex gene loci Glu-A1, Glu-B1 and Glu-D1*, which code for high molecular weight subunits of glutenin in hexaploid wheat[J]. *Cereal Res Comm*, 1983, 11: 29-35.
- [12] 耿惠敏, 张怀琼, 任正隆. 1BL/1RS 易位系对小麦高分子量谷蛋白亚基遗传的影响初析[J]. *作物学报*, 2008, 34(1): 167-170.
- [13] 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.
- [14] 马啸, 任正隆, 晏本菊, 等. 小麦—黑麦远缘杂交后代高分子量麦谷蛋白亚基变异分析[J]. *种子*, 2005, 24(10): 4-7.
- [15] 张素勤, 郑竹, 李鹏, 等. 小麦杂交后代的高分子量麦谷蛋白亚基组成分析[J]. *种子*, 2008, 27(7): 23-25.
- [16] 张素勤, 李鹏, 耿广东, 等. 小麦远缘杂交后代的高分子量麦谷蛋白亚基组成分析[J]. *西北农业学报*, 2008, 17(4): 62-65.
- [17] 高翔, 董剑, 张改生, 等. 小麦 F₁ 籽粒高分子量谷蛋白亚基的遗传表现[J]. *麦类作物学报*, 2007, 27(6): 1000-1004.
- [18] 潘栋梁, 张改生, 牛娜, 等. 杂交小麦 F₁ 与 F₂ 品质组配规律及高分子量谷蛋白亚基组成规律的研究初报[J]. *麦类作物学报*, 2008, 28(5): 994-998.

(上接第 8 页)

参考文献:

- [1] 万富世, 王光瑞, 李宗智. 我国小麦品质现状及其改良目标初探[J]. *中国农业科学*, 1989, 22(3): 14-21.
- [2] Yasunaga T, Uemura M. Evaluation of color characteristics of obtained from various types and varieties of wheat[J]. *Cereal Chemistry*, 1962, 39(3): 171-183.
- [3] Wang C, Kovacs M I P, Fowler D B, *et al.* Effects of protein content and composition on white noodle making quality: color [J]. *Cereal Chemistry*, 2004, 81: 777-784.
- [4] Harcher D W, Symons S J, Andemon M J. Assessment of oriental noodle appearance as a function of flour refinement and noodle type by image analysis[J]. *Cereal Chemistry*, 2000, 77(2): 181-186.
- [5] Oh N H, Seib P A, Ward A B, *et al.* Noodles. IV. Influence of flour protein, extraction rate, particle size and starch damage on the quality characteristics of dry noodles[J]. *Cereal Chemistry*, 1985, 62(6): 441-446.
- [6] 杨朝柱, 张磊, 司红起, 等. 小麦面粉白度研究进展[J]. *麦类作物学报*, 2002, 22(3): 74-77.
- [7] 刘建军, 何中虎, 赵振东, 等. 小麦面条加工品质研究进展[J]. *麦类作物学报*, 2001, 21(2): 81-84.
- [8] Miskelly D M. Flour components affecting paste and noodle color[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1984, 2: 463-471.
- [9] 胡新中, 张国权, 张正茂, 等. 小麦面粉、面条色泽与蛋白质组分的关系[J]. *作物学报*, 2005, 31(4): 515-518.
- [10] 马冬云, 朱云集, 郭天财, 等. 基因型和环境及其互作对河南省小麦品质的影响及品质性状稳定性分析[J]. *麦类作物学报*, 2002, 22(4): 13-18.
- [11] 王晨阳, 郭天财, 朱云集, 等. 不同环境条件下小麦主要品质性状的聚类分析[J]. *河南农业科学*, 2003(12): 9-12.
- [12] 赵虹, 王西成, 李铁庄, 等. 河南省小麦品种的品质性状分析[J]. *华北农学报*, 2000, 15(3): 126-131.
- [13] 杨学举, 周进宝, 万永红. 优质小麦的环境变异研究[J]. *麦类作物学报*, 2000, 20(3): 21-24.