

小麦面粉、面条色泽与蛋白质组分的关系

胡新中 张国权* 张正茂 欧阳韶晖 郑建梅 郭波莉 周丽*

(西北农林科技大学食品科学与工程学院, 陕西杨凌 712100)

摘要: 明确面条白度与小麦蛋白质组分含量的关系有助于面条品质的改良。以 21 个小麦品种制成的面粉及面条为材料, 分析了面粉及面条色泽与蛋白质组分含量之间的关系, 讨论了蛋白质组分中单体蛋白含量、可溶性谷蛋白含量和不溶性谷蛋白含量对小麦面粉及不同工艺阶段面条色泽的影响。研究表明, 面粉的颗粒度与面粉及面条的 L 值呈极显著负相关, 与煮后面条的 L 值无关。单体蛋白含量与面粉及面条 b 值呈显著正相关; 可溶性谷蛋白含量与面粉及面条 a 值呈显著正相关, 与面粉及煮后面条 b 值呈显著负相关; 不溶性谷蛋白含量仅与面粉 L 值、面粉白度呈显著正相关, 与面粉 b 值呈显著负相关。面粉白度与面粉及面粉色泽正相关, 与面粉及面粉 b 值负相关。面粉的色泽越白, 制成的面条及煮后面条色泽也越亮; 单体蛋白和可溶性谷蛋白对于面粉、面条色泽影响较大。不溶性谷蛋白仅与面粉色泽有关, 与面条色泽无关。

关键词: 普通小麦; 面粉; 面条; 色泽; 蛋白质组分

中图分类号: S512

Relationship between Wheat Flour Color, Noodle Color and Protein Components

HU Xin-Zhong, ZHANG Guo-Quan*, ZHANG Zheng-Mao, OU-YANG Shao-Hui, ZHENG Jian-Mei, GUO Bo-Li, ZHOU Li

(College of Food Science & Engineering, Northwest Sci-Tech University of Agriculture & Forestry, Yangling 712100, Shaanxi, China)

Abstract: Noodle color is an important noodle quality index, Chinese wheat cultivars has lower color value nowadays. To improve noodle products color, the most common method is to treat with brightener. Understanding the relationship between noodle color and wheat protein components would benefit the genetic improvement of noodle quality and wheat quality breeding. 21 wheat cultivars were used to investigate the flour color, noodle color and their relationship with protein component content. The results showed that the noodle whiteness was reduced with longer noodle storage time, but improved after cooked (Table 1). The flour particle size was negatively related to the flour and noodle color, but no relationship with cooked noodle L value (Table 2). Among protein components, monomeric protein was the highest, followed by insoluble glutenin and soluble glutenin (Table 3). The monomeric protein content was significantly related to b value of the flour and noodle; the soluble glutenin content was significantly positively correlated with a value of the flour and noodle, but negatively to b value of the flour and cooked noodle color; the insoluble glutenin content was positively related to the flour L value, but negatively to b value. The higher the flour color, the higher the noodle and cooked noodle lightness (Table 4). The monomeric protein and soluble glutenin play an important role for the flour and noodle color. The insoluble glutenin content is only correlated with flour color but no relationship with noodle color.

Key words: Wheat; Flour; Noodle; Color; Protein components

面条是我国人民的传统食品之一, 面条色泽是面条感官评价的主要指标。面条色泽受多种因素的影响, 如面粉白度^[1]、灰分含量^[2]、出粉率^[3]、面粉颗粒大小^[4]、发芽损失率^[2]、蛋白质含量^[1]、和面加水量及酶类^[5]等。面条白度与面粉白度呈极显著正相关, 粉色白的面粉制作出的面条也较白。

有些研究发现, 蛋白质比灰分对面粉色泽的影响更重要^[6,7]。Miskelly^[1]用面粉(面团)对光线的反射来评价面粉色泽等级(等级越小白度越好), 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。其他研究也表明, 随着

*基金项目: 陕西省十五科技攻关资助项目和西北农林科技大学青年基金资助项目。

作者简介: 胡新中(1972-), 男, 讲师, 在读博士, 从事谷物化学方面的教学和研究工作。E-mail: hxinzhong@yahoo.com *通讯作者: 张国权。

Received(收稿日期): 2004-02-21, Accepted(接受日期): 2004-06-25.

蛋白质含量的增加,面条色泽有变暗的趋势^[2,8,9]。但是尚未见有关蛋白质组对面粉及面条色泽影响的报道。Baik等^[10]认为,蛋白质对面团褪色作用至少存在三种方式,一是作为与蛋白质紧密相联系的某一组分的影响,二是通过蛋白质含量改变籽粒的硬度而使破损淀粉粒的增减来实现,三是通过在制粉和轧片期间影响吸水率和改变质地来实现。蛋白质含量对白度的影响可能是通过改变籽粒的硬度和面粉的颗粒度来影响光的吸收和折射。

本实验以21个小麦品种的面粉和面条为材料,研究小麦蛋白质组分中单体蛋白含量、可溶性谷蛋白含量及不溶性谷蛋白含量对面条色泽的影响,分析了部分小麦品种面条白度的变化和蛋白质组分对小麦面粉色泽的影响,旨在为小麦面条白度质量控制及小麦育种提供理论指导和方法参考。

1 材料与方法

1.1 材料

以2001-2002年度陕西省品种比较试验岐山点的21个小麦品种(系)为材料(表3),种子收获后,经过清理,测其籽粒含水量及硬度,根据硬度润麦(硬麦水分调节到15.5%,软麦调节到14.5%),用法国肖邦公司CD-1仿工业试验磨制粉,出粉率控制在65%左右,-5℃储藏备用。

1.2 方法

1.2.1 面片制作 称取面粉100g(14%湿基),加30mL蒸馏水,在揉和仪(Mixograph)中和面5min,温度保持在30℃。中间停机一次用小勺子将粘在面钵壁和针头上的面絮拨下。和好的面絮在塑料袋中静置20min。面絮用面条机压延。压延顺序为4.0mm成型,4.0mm对折,3.0mm、2.0mm、1.5mm和1.0mm压延。压好的面片放在塑料袋中保存。

1.2.2 色泽测定 面粉和面条样品色泽用Minolta CR310型色彩色差仪(Minolta Camera Co., Ltd., Japan)测定。采用CIE-L*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。L越大,亮度越高。正a和正b表示较高的红值和黄值^[6]。将一定量面粉装入样品盒后,用WSB-IV型智能型白度测定仪(杭州大成光电仪器公司)测定面粉白度。将压延好的面片切成长15cm、宽10cm的面片,在制面后0h、2h、24h测面片白度;24h后将面片用1000mL沸水煮

10min捞出,放入盛有300mL室温蒸馏水烧杯中冷却1min,取出沥干,测煮后面片白度。

1.2.3 小麦蛋白质组分分离及测定 根据Wang和Kovacs的方法^[2],称量100mg面粉,用1.0mL NaF正丙醇溶液提取单体蛋白,用1.0mL 40%正丙醇溶液提取可溶性谷蛋白,用1.0mL 2,6-苏糖醇(DTT)-正丙醇溶液提取不溶性谷蛋白。将以上步骤再重复2次,将3次提取液混合,避光保存备用。提取液加入一定量的三氯乙酸混合均匀,用比色法在590nm波长条件下测定溶液的吸光度。再用标准样品的单体蛋白、可溶性蛋白、不溶性谷蛋白的吸光度转换成蛋白质的实际含量,进而换算出待测样品的蛋白质组分含量。

1.2.4 品质检测 蛋白质含量用凯氏定氮法,按AACC2000,46-B标准^[11]测定。颗粒度用Perten NIR8620近红外品质分析仪测定。

1.2.5 数据处理 采用SAS(Statistic Analysis System)软件,计算平均值、多重比较及相关分析。

2 结果与分析

2.1 小麦品种面粉、面条色泽特性

从表1可以看出,面粉样品平均亮度值为89.97,大于其他各时段面条及煮后面条的亮度值。面粉样品白度平均值为78.27,极差及变异系数均大于色彩色差仪测定得到的色泽L值。面片在静置0h、2h、24h的色泽依次变深,颜色逐渐变暗。面条制作后24hL值、b值和a值变异系数较大,主要是因为面条放置过程中,酚类物质被氧化为醌类物质,自发生成黑色素,造成色泽变暗。研究表明,面团及鲜面条在加工和放置过程中色泽变劣与多酚氧化酶(PPO)活性高度相关^[12]。面片煮后的亮度介于2h与24h白度值之间,造成这一结果的原因之一是煮面过程中酶被灭活,有效阻止色泽变劣;二是面条中淀粉吸水膨胀,气体逸出,透光性改变,从而改变色泽。

总的看来,L值变化大小顺序为面条制作后24h亮度<煮后面条亮度<面条制作后2h亮度<面条制作0h亮度<面粉亮度,而a值和b值变化却与亮度L截然相反。随着面条放置时间的延长,亮度L降低而b值和a值增加,面条煮后亮度和a值有所恢复,但b值有损失。面条煮后白度比干面条增加,所以控制湿面条的色泽,就能有效提高产品质量。

表 1 参试面粉及面条样品色泽的平均值、变化范围及变异系数
Table 1 Mean, range and coefficient of variability for flour and noodle color value of wheat cultivars tested

统计数 Statistic	面粉白度 Flour whiteness	面粉色泽 Flour color			0 h 面片色泽 Noodle color at 0 h			2 h 面片色泽 Noodle color at 2h			24 h 面片色泽 Noodle color at 24 h			面条煮后白度 Noodle color after cooked		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
		Mean	78.27	89.97	- 5.41	12.74	83.57	- 3.30	17.62	79.98	- 2.64	20.23	75.77	- 1.55	20.88	79.16
Range	13.05	4.42	1.5	7.21	7.55	1.69	13.53	9.98	2.18	14.87	11.49	2.55	13.06	9.03	3.48	4.56
CV %	3.75	1.15	9.17	14.64	2.14	14.75	18.4	2.63	20.63	16.7	3.91	46.25	14.32	2.95	30.32	7.75

2.2 面粉白度与面条白度间关系

如表 2 所示,面粉的 L 值、a 值及 b 值与不同时间段所测面条的 L 值、a 值及 b 值均分别呈极显著正相关。面粉 L 值与 b 值、a 值与 b 值均呈极显著负相关,说明 a 值与 b 值同时影响面条的色泽。面粉的 b 值与 0 h、2 h 面条的 L 值呈极显著负相关,在色泽变化过程中比红色影响幅度大。面粉颗粒度与面粉亮度 L 值、面条 L 值均呈极显著或显著负相关,

与面粉及面条 b 值呈显著或极显著正相关。颗粒度越大,面粉亮度减小。面粉白度与面粉 L 值、0 h、2 h、24 h 面片 L 值均呈极显著正相关,与面粉 b 值、0 h、2 h、24 h 及煮后面片 b 值呈显著或极显著负相关,与面粉及各时间段面片 a 值均不相关。

可以看出,面粉色泽与面条色泽呈极显著正相关,面粉越白,制成的面条也越白。

表 2 面粉色泽与面条色泽间相关关系
Table 2 Correlation coefficients between flour color and noodle color

面粉 Flour	面粉色泽 Flour color			0 h 面片色泽 Noodle color at 0 h			2 h 面片色泽 Noodle color at 2 h			24 h 面片色泽 Noodle color at 24 h			面条煮后白度 Cooked noodle color		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
L	1			0.56**	0.04	- 0.51	0.61**	0.10	- 0.56	0.56**	- 0.12	- 0.30	0.40*	- 0.17	0.13
a	- 0.21	1		- 0.24	0.76**	- 0.38**	- 0.32	0.83**	- 0.59**	- 0.31	0.52*	- 0.25	- 0.19	0.43*	- 0.46**
b	- 0.48*	- 0.67**	1	- 0.52**	- 0.39*	0.73**	- 0.56**	- 0.47*	0.85**	- 0.27	- 0.49*	0.83**	- 0.29	- 0.52*	0.55**
G	- 0.74**	0.16	0.53**	- 0.56**	0.08	0.40*	- 0.53**	0.10	0.41*	- 0.40*	0.16	0.52**	0.16	- 0.24	0.40*
W	0.84**	0.26	- 0.87**	0.63**	0.07	- 0.54**	0.68**	0.09	- 0.64**	0.50*	- 0.03	- 0.69**	0.08	0.21	- 0.44*

注: * , 5% 显著相关; ** , 1% 显著相关; G—面粉颗粒度; W—面粉白度。
Note: * and ** indicate significant at the 5% and 1% levels, respectively; G—flour granulation; W—flour whiteness.

表 3 样品蛋白质组分含量(%,干基)
Table 3 Content of protein components (% , on a dry matter base) in the flour from different wheat cultivars

小麦品种名称 Wheat cultivar	单体蛋白 Monomeric protein	可溶性谷蛋白 Soluble glutenin	不溶性谷蛋白 Insoluble glutenin	总蛋白质 Total protein	硬度 Hardness(%)
95 (18)	7.02 ef	0.94 def	3.03 fg	11.72	57.6
8839-3	6.70 fg	1.41 b	3.85 c	12.52	61.2
H-46	6.57 gh	0.66 g	3.01 fg	10.30	57.6
中墨 2 号 Zhongmo 2	8.11 a	0.77 gf	4.20 b	15.41	65.7
小偃 866 Xiaoyan 866	6.34 ghi	1.27 bc	3.80 c	12.17	63.0
陕资 1869 Shaanzi 1869	7.22 de	0.80 efg	3.03 fg	11.86	60.3
西农 1330 Xinong 1330	5.73 j	0.99 def	2.24 i	10.97	58.5
花育 8 号 Huayu 8	6.38 ghi	1.41 b	3.81 c	14.78	59.4
西农 199 Xinong 199	6.46 ghi	1.35 bc	4.40 ab	12.96	50.4
小偃 921 Xiaoyan 921	6.30 hi	1.33 bc	3.45 de	11.98	49.5
小偃 137 Xiaoyan 137	7.62 bc	0.89 efg	2.82 gh	12.83	58.5
农林 9823 Nonglin 9823	7.03 ef	1.76 a	3.33 e	12.46	61.2
远丰 998 Yuanfeng 998	6.99 ef	1.39 b	3.81 c	12.32	57.6
小偃 22 Xiaoyan 22	7.83 ab	0.87 efg	2.62 h	11.97	62.1
小偃 6 号 Xiaoyan 6	7.05 ef	1.76 a	4.39 ab	15.79	58.5
陕 229 Shaan 229	6.96 ef	1.44 b	3.42 de	13.61	60.3
小偃 107 Xiaoyan 107	6.16 i	1.48 b	3.62 cd	13.08	51.3
小偃 503 Xiaoyan 503	8.12 a	1.15 cd	4.13 b	13.71	57.6
西农 1718 Xinong 1718	6.70 fg	0.65 g	3.31 e	11.54	48.6
小偃 128 Xiaoyan 128	7.50 bcd	1.02 de	3.25 ef	11.58	55.8
小偃 54 Xiaoyan 54	7.31 cde	1.83 a	4.58 a	13.66	59.4
平均值 Average	6.96	1.20	3.53	12.72	57.8
范围 Range	5.73 - 8.12	0.65 - 1.83	2.24 - 4.58	10.30 - 15.79	48.6 - 65.7
变异系数 CV %	9.22	30.17	17.61	10.94	7.78

注: 字母不同表示样品间差异显著, 差异水平为 1%。
Note: Values followed by different small letters within same column are significantly different at 1% level.

2.3 蛋白质组分特性及蛋白质组分与面粉及面条白度间的关系

利用蛋白质溶解特性的不同,将小麦蛋白质分离为单体蛋白、可溶性谷蛋白和不溶性谷蛋白与残渣蛋白。单体蛋白包括 Osborne 分类中的清蛋白、球蛋白和醇溶蛋白。可溶性谷蛋白是谷蛋白中的低分子量部分,不溶性谷蛋白是谷蛋白中高分子量部分^[2]。在蛋白质组分中单体蛋白含量最高,其次为不溶性谷蛋白,可溶性谷蛋白含量最低(表3)。单体蛋白含量与面粉及0 h、2 h、24 h 面条的 b 值极显著正相关,与面粉 a 值显著负相关,与煮后面片 b 值

显著负相关;可溶性谷蛋白含量与面粉及0 h、2 h 面条的 a 值极显著正相关,与面粉 b 值显著负相关;不溶性谷蛋白含量与面粉白度、L 值、b 值均显著相关(表4)。不溶性谷蛋白对于面粉色泽影响较大,对面片加工过程中色泽似乎不起作用,但对加工品质贡献很大;单体蛋白、可溶性谷蛋白不仅影响面粉色泽,也影响面片加工过程中色泽变化。单体蛋白中的清蛋白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^[6]。

表4 蛋白质组分与面粉及面条白度间关系

Table 4 Correlation coefficients between protein components and flour and noodle color

蛋白质组分 Protein component	面粉白度 Flour whiteness			面粉色泽 Flour color			0 h 面片色泽 Noodle color at 0 h			2 h 面片色泽 Noodle color at 2h			24 h 面片色泽 Noodle color at 24 h			面条煮后白度 Cooked noodle color		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b		
Monomeric protein	-0.35	-0.01	-0.53**	0.57**	-0.14	-0.24	0.46*	-0.10	-0.32	0.55**	-0.05	-0.05	0.50**	0.09	0.01	-0.40*		
Soluble glutenin	0.26	0.01	0.68**	-0.50*	0.10	0.51**	-0.25	0.13	0.58**	-0.32	0.02	0.12	-0.29	0.05	0.17	-0.32		
Insoluble glutenin	0.57**	0.53**	0.30	-0.51**	0.35	0.14	0.30	0.36	0.15	-0.32	0.10	0.26	-0.29	0.17	-0.09	-0.35		

注: *表示5%显著相关; **表示1%显著相关。

Note: * and ** mean significant at 5% and 1% levels respectively.

3 讨论

本试验表明,小麦蛋白质组分中单体蛋白、可溶性谷蛋白及不溶性谷蛋白对于小麦面粉、面条白度均有一定影响。可溶性谷蛋白对于面条的抗拉强度、薄厚程度均有重要贡献,但对白度的贡献还未发现明显规律。不溶性谷蛋白含量与面粉的白度呈正相关,目前还无法解释。面粉颗粒大小对白度的影响可能是大颗粒有阴影,对光的散射程度小,故由较细颗粒面粉制成的面条的亮度高于用粗糙面粉制成面条的亮度^[1]。当然淀粉对于面条白度也有一定贡献。

本研究中蛋白质含量与面粉及制作出的面条的色泽相关性不显著。这与李宗智等、Oh 等^[4]及 Miskelly^[11]认为白度与蛋白质含量呈显著负相关的结果不相符。这可能是品种差异及出粉率不同,导致蛋白质与面粉白度关系不显著;而且蛋白质可能通过影响 PPO 活性的表达导致品种间面粉及面团颜色的差异^[14]。

References

- [1] Miskelly D M. Flour components affecting paste and noodle color. *J Sci Agri Food*, 1984, **2**: 463 - 471
- [2] Wang C. Swelling index of glutenin, PhD Thesis, Department of Food Science, University of Manitoba, Winnipeg, Canada, 2003
- [3] Hatcher D W, Symons S J, Anderson M J. Assessment of oriental noodle appearance as a function of flour refinement and noodle type by image analysis. *Cereal Chem*, 2000, **77**(2): 181 - 186
- [4] Oh N H, Seib P A, Ward A B, Deyoe C W. Noodles. Influence of

flour protein, extraction rate, particle size, and starch damage on the quality characteristics of dry noodles. *Cereal Chem*, 1985, **62**(3): 441 - 446

- [5] Hatcher D W, Symons S J, Kruger J E. Measurement of the time-dependent appearance of discolored spots in alkaline noodles by image analysis. *Cereal Chem*, 1999, **76**(2): 189 - 194
- [6] Yang G-Z(杨朝柱), Zhang L(张磊), Si H-Q(司红起), Ma C-X(马传喜). Review of wheat flour whiteness. *Journal of Triticeae Crops*(麦类作物学报), 2002, **21**(3): 74 - 77 (in Chinese with English abstract)
- [7] Liu J-J(刘建军), He Z-H(何中虎), Jiang S-T(姜善涛), Zhu L-X(朱连先), Wu X-Y(吴祥云), Zhao Z-D(赵振东). Study on flour whiteness and its correlated factors of wheat commercial varieties. *Shandong Agricultural Science*(山东农业科学), 2002, **13**(2): 10 - 12 (in Chinese with English abstract)
- [8] Shi J-L(师俊玲), Wei Y-M(魏益民), Zhang G-Q(张国权). Influence of protein and starch to noodle products microstructure. *Journal of Triticeae Crops*(麦类作物学报), 2000, **20**(4): 72 - 74 (in Chinese with English abstract)
- [9] Morris C F, Jeffers H C, Engle D A. Effect of processing formula and measurement variables on alkaline noodle color - toward an optimized laboratory system. *Cereal Chem*, 2000, **77**(1): 77 - 85
- [10] Baik B K, Czuchajowska Z, Pomeranz Y. Discoloration of dough for oriental noodle. *Cereal Chem*, 1995, **72**(2): 198 - 205
- [11] American Association of Cereal Chemists. Approved method of AACCI. 10th ed. Method 38 - 20. The Association: St Paul, MN, 2000
- [12] Cral R A, Li B-Y(李必运). Relationship between wheat flour protein fraction under different genetic and environment and final cooking quality. *Journal of Triticeae Crops*(国外农学——麦类作物), 1996, **16**(2): 17 - 18 (in Chinese)
- [13] Ge X-X(葛秀秀), He Z-H(何中虎), Yang J(杨金), Zhang Q-J(张歧军). Polyphenol oxidase activities of Chinese winter wheat cultivars and correlations with quality characteristics. *Acta Agronomica Sinica*(作物学报), 2003, **29**(4): 481 - 485 (in Chinese with English abstract)