

主食馒头专用小麦粉最佳品质指标范围分析

张 剑¹, 张 杰², 李梦琴¹, 李 勇¹, 艾志录^{1,3,*}

(1.河南农业大学食品科学技术学院, 河南 郑州 450002; 2.河南工业大学粮油食品学院, 河南 郑州 450001;

3.速冻面米与调制食品河南省工程实验室, 河南 郑州 450002)

摘 要: 本实验测定了以黄淮地区为主的128个小麦品种的面粉品质指标和制成主食馒头的品质指标, 采用相关分析、方差分析等统计方法对小麦粉指标与主食馒头品质指标的关系进行了分析; 并优选出了20种优质的主食馒头专用小麦品种, 得出了优质主食馒头专用小麦粉的最佳品质指标范围。结果表明: 小麦粉的灰分含量、蛋白质含量、面筋指数、稳定时间、弱化度、拉伸面积、拉伸阻力、延伸度、 L^* 值、 b^* 10个指标为影响主食馒头品质的关键指标; 优选出的20个优质主食馒头专用小麦品种为: 矮抗58、太空6号、周麦22、衡观35、澳白8008、新麦798、安麦1号、周麦27、豫麦58、漯麦4号、百农160、小偃22、洛麦21、冀麦21、隆平9987、宛麦369、豫麦49-198、众麦2号、郑麦379、豫麦52。优质主食馒头专用小麦粉最佳品质推荐指标范围灰分不高于0.55%、蛋白质含量为13.2%~15.8%、面筋指数为51.1%~81.5%、稳定时间为4.5~7.1 min、弱化度为66.5~92.1 FU、拉伸面积为80.8~91.5 cm²、拉伸阻力为218.6~300.6 EU、延伸度为167.2~201.3 mm、 L^* 值为93.0~94.3、 b^* 值为8.7~11.7。

关键词: 主食; 馒头; 专用小麦粉; 品质

Appropriate Ranges of Important Flour Traits for Making High-Quality Steamed Buns as a Staple Food

ZHANG Jian¹, ZHANG Jie², LI Mengqin¹, LI Yong¹, AI Zhilu^{1,3,*}

(1. Food Science and Technology College, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. College of Grain Oil and Food Science, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China;

3. Henan Engineering Laboratory of Quick-frozen Flour-rice and Prepared Food, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The property parameters of wheat flours from 128 cultivars grown in Huang-Huai area of China and the quality characteristics of steamed buns made from them were determined. Along with this, correlation analysis and analysis of variance were employed to analyze the effects of wheat flour properties on bun quality. The results showed that ash content, total protein content, gluten index, stability time, softening degree, resistance to extension, extensograph energy, extension length, L^* , and b^* were the most important factors that affect the quality of the staple food steamed buns. In addition, 20 wheat varieties such as Aikang 58, Taikong 6, Zhoumai 22, Hengguan 35, Aobai 8008, Xinmai 798, Anmai 1, Zhoumai 27, Yumai 58, Luomai 4, Bainong 160, Xiaoyan 22, Luomai 21, Jimai 21, Longping 9987, Wanmai 369, Yumai 49-198, Zhongmai 2, Zhengmai 379, and Yumai 52 were chosen successfully as the best special wheat varieties for the staple food steamed buns. The appropriate ranges of important wheat flour traits for making high-quality steamed buns as a staple food were suggested as follows: ash content less than 0.55%, total protein content 13.2%~15.8%, gluten index 51.1%~81.5%, stability time 4.5~7.1 min, softening degree 66.5~92.1 FU, resistance to extension 218.6~300.6 EU, extensograph energy 80.8~91.5 cm², extension length 167.2~201.3 mm, L^* value 93.0~94.3, and b^* value 8.7~11.7.

Key words: staple food; steamed buns; special flour; quality

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201611006

中图分类号: TS213.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2016) 11-0030-07

引文格式:

张剑, 张杰, 李梦琴, 等. 主食馒头专用小麦粉最佳品质指标范围分析[J]. 食品科学, 2016, 37(11): 30-36. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201611006. <http://www.spkx.net.cn>

ZHANG Jian, ZHANG Jie, LI Mengqin, et al. Appropriate ranges of important flour traits for making high-quality steamed buns as a staple food[J]. Food Science, 2016, 37(11): 30-36. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201611006. <http://www.spkx.net.cn>

收稿日期: 2015-07-19

基金项目: “十二五”农村领域国家科技计划课题(2012BAD37B04-03)

作者简介: 张剑(1973—), 男, 副教授, 硕士, 研究方向为粮食深加工。E-mail: zz_zhangjian1973@126.com

*通信作者: 艾志录(1965—), 男, 教授, 博士, 研究方向为食品科学与速冻食品。E-mail: zhila@163.com

馒头是中国北方人民的传统主食,在北方人民的膳食结构中占据重要的地位。近年来,随着国家主食产业化战略的大力推进,人们对商品馒头的需求量越来越大,同时对其品质也提出了更高的要求。为了适应工业化生产主食馒头的品质需求,对主食馒头性能及其影响因素进行研究、完善优质馒头专用面粉品质标准具有重要的意义。目前,我国馒头专用粉的定义还不准确,按现有的标准经常无法生产出优质的馒头专用面粉^[1]。因此,制定出科学详尽的馒头专用面粉指标范围已成为当务之急。我国对小麦品质与馒头品质的关系研究与馒头在我国所处的地位相比还相差很远。我国对馒头的研究主要分为两大类:一类是以企业为主的研究,主要从生产工艺调整和应用添加剂的角度来改良馒头的品质;另一类为小麦粉品质性状与馒头品质的相关性,但大多研究以比容及感官评价作为馒头的品质指标,应用物性仪、色差计等仪器对馒头品质测定的研究较少,且所用品种数目大多在40个以内,准确性与代表性不够,同时报道间存在较大差异^[2-9]。

我国各地种植小麦品种多,品质差异较大,进行不同品质小麦的加工适用性研究极其重要,可以优选出优质的馒头专用小麦,确定出专用小麦粉品质指标范围。本实验以128种来自黄淮地区为主的小麦品种为材料,全面测定小麦粉品质指标,利用物性仪、色彩色差计等测定了馒头的品质指标,并且对馒头的复蒸特性进行了研究,利用相关性分析、方差分析等方法分析了小麦粉品质与馒头品质指标间的相关性,优选出了优质的主食馒头专用小麦品种,得出了优质主食馒头专用粉的品质指标范围。本实验可为主食馒头专用小麦的育种与品质改良提供参考,为主食馒头专用小麦粉生产技术与相关标准制定提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

128个小麦品种(系),主要为我国黄淮麦区大量推广种植的品种(系),于2013年与2014年采购于河南省10个县及部分小麦加工企业。

1.2 仪器与设备

Fariongraph-AT粉质仪、Extengraph-E拉伸仪 德国Brabender有限公司;TA-XT质构仪 英国Stable Micro Systems公司;快速智能马弗炉 鹤壁市天弘仪器有限公司;CR-400色度仪 日本柯尼卡美能达传感有限公司;2200型面筋数量和质量测定系统、SKCS4100单粒谷物质量分析仪 瑞典波通有限公司;InfratecTM 1241近红外谷物品质分析仪 FOSS(北京)有限公司;B5A型小型多功能搅拌机 广州威尔宝酒店设备有限公司;

MT12.5型压面机 广州恒联机械设备有限公司;FX-15S面包发酵箱 广州赛思达机械设备有限公司;面包切片机 北京盛世康龙食品设备制造厂;FA2104A型电子天平 上海精天电子仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 磨粉

小麦品种收集后放置2月后,清理干净,加水润麦,硬度指数在60以下的小麦调节水分至13.5%~14.0%,硬度指数在60以上的小麦调节水分至14.0%~14.5%;用实验磨粉机磨粉,出粉率50%~60%,面粉常温放置1个月后进行各种指标的测试及馒头制作。

1.3.2 小麦粉品质指标的测定

小麦粉灰分的测定:按GB/T 24872—2010《粮油检验 小麦粉灰分含量测定 近红外法》,采用InfratecTM 1241近红外谷物品质分析仪进行测定;湿面筋、干面筋含量与面筋指数测定:按照GB/T 5506.2—2008《小麦和小麦粉 面筋含量 第2部分:仪器法测定湿面筋》和GB/T 5506.4—2008《小麦和小麦粉 面筋含量 第4部分:快速干燥法测定干面筋》,采用2200型面筋数量和质量测定系统进行测定;蛋白质含量测定:按照GB/T 24871—2010《粮油检验 小麦粉粗蛋白质含量测定 近红外法方法》,采用InfratecTM 1241近红外谷物品质分析仪进行测定;粉质参数测定:按GB/T 14614—2006《小麦粉面团的物理特性 吸水性和流变学特性的测定 粉质仪法》,用Brabender粉质仪进行测定;面团拉伸特性的测定:按GB/T 14615—2006《小麦粉面团的物理特性 流变学特性的测定 拉伸仪法》,用Brabender拉伸仪进行测定。

1.3.3 面粉及馒头色泽的测定

实验中使用Minolta CR-400色彩色差计测定小麦粉及馒头色泽。 L^* 、 a^* 、 b^* 是表示色度的常用指标。 L^* 值表示亮度,值越大,表面越白越明亮; a^* 值表示红绿值,值越大,样品表面越红; b^* 值表示黄蓝值,值越大,样品越黄。

1.3.4 馒头的制作及感官评价方法^[9]

按小麦粉所用质量的1.0%称取干酵母,溶于一定量(30±1)℃的温水中,活化4~5 min,形成酵母活化液;将300 g小麦粉倒入搅拌机中,启动搅拌机,缓慢加入酵母水溶液,低速搅拌至基本形成面团,再中速搅拌使面筋充分扩展,并形成光滑完整的面团,取出用压面机压面8次,定量切割成100 g的面团,常温保湿静置15 min,手工搓圆整型后置于35℃、相对湿度85%的醒发箱中发酵90 min,随后置于蒸锅中蒸制20 min。和面时加水量按粉质仪吸水率的85%加入。馒头的感官评价按照原商业部行业标准SB/T 10139—1993《馒头用小麦粉》进行,由10位评价小组成员在专用感官评定室进行评价。

1.3.5 馒头复蒸特性的评价

馒头蒸制后在冰箱中4℃保存2 d后做复蒸特性的评价。测试过程如下：馒头从冰箱中取出，在保鲜袋中室温放置1 h后，置于蒸锅中复蒸10 min，取出自然冷却20 min后进行评价；4 h后进行第二次复蒸，复蒸时间10 min，自然冷却20 min后再进行评价。评价标准如表1所示。

表1 馒头复蒸特性评价标准

Table 1	Criteria for evaluating re-steaming characteristics of buns
评分标准	得分
馒头连续复蒸2次后，表皮不起泡、不破皮，体积无明显变化。	18~20
馒头复蒸1次后，表皮不起泡、不破皮，体积无明显变化；复蒸两次后，表皮轻微起皮或破开，体积无明显变化。	15~18
馒头复蒸1次后，表皮轻微起皮或破开；复蒸两次后，表皮起皮或破开严重，体积无明显变化。	10~15
馒头复蒸1次后，表皮起皮或破开严重；或复蒸后体积明显缩小。	<10

1.3.6 馒头质构的测定

利用面包切片机将馒头切片，厚度为12.5 mm，将馒头片平放于质构仪操作平台上进行测定。采用P50柱型探头，每个处理平行测定7次取平均值。表面质构分析(texture profile analysis, TPA)测试参数分别为：测前速度2 mm/s，测试速度1 mm/s，测后速度2 mm/s，压缩率50%。

1.4 数据处理

实验数据由Excel 2003与SPSS13.0软件进行统计分析与处理。

2 结果与分析

2.1 供试小麦粉及馒头品质特性

表2 128种小麦粉及面团品质指标的参数统计

Table 2 Statistical property parameters of wheat flours and dough from 128 cultivars						
小麦粉指标	最小值	最大值	极差	平均值	标准差	相对标准偏差/%
灰分含量/%	0.53	0.81	0.28	0.67	0.07	10.1
蛋白质含量/%	11.90	17.10	5.20	14.17	1.19	8.4
面粉L*值	90.10	96.40	6.30	93.50	1.24	1.3
面粉a*值	-1.29	-0.06	1.23	-0.53	0.25	47.9
面粉b*值	7.36	14.26	6.90	9.98	1.41	14.2
形成时间/min	1.50	12.50	11.00	3.35	1.54	45.9
吸水率/%	50.20	70.70	20.50	59.44	3.74	6.3
稳定时间/min	1.50	15.00	13.50	4.73	2.66	56.2
弱化度/FU	0.00	210.00	210.00	95.13	35.26	37.1
拉伸面积/cm ²	15.00	189.00	174.00	76.13	33.14	43.5
拉伸阻力/EU	60.00	556.00	496.00	224.34	92.39	41.2
延伸度/mm	117.00	229.00	112.00	185.42	20.54	11.1
最大拉伸阻力/EU	70.00	680.00	610.00	297.23	138.22	46.5
拉伸比例	0.36	4.50	4.14	1.26	0.61	48.5
湿面筋含量/%	19.60	37.00	17.40	29.77	3.06	10.3
干面筋含量/%	7.60	13.10	5.50	9.95	0.94	9.5
面筋指数	24.10	99.10	75.00	61.52	16.80	27.3

表3 主食馒头品质指标的参数统计

Table 3 Statistical quality parameters of steamed buns made from wheat flours from 128 cultivars

馒头指标	最小值	最大值	极差	平均值	标准差	相对标准偏差/%
硬度/g	1 987.56	4 869.52	2 881.96	3 128.64	564.50	18.0
黏着性/(g·s)	-317.38	-33.45	283.93	-161.09	71.63	44.5
弹性	0.72	0.91	0.18	0.85	0.04	4.3
黏聚性	0.69	0.88	0.19	0.84	0.02	2.9
胶着性/g	1 589.12	4 229.53	2 640.41	2 691.86	490.91	18.2
咀嚼性/g	1 387.09	3 862.55	2 475.46	2 354.21	472.94	20.1
回复性	0.37	0.49	0.13	0.44	0.02	5.5
高径比	0.37	0.76	0.39	0.49	0.07	14.3
馒头L*值	78.00	84.60	6.60	81.56	1.38	1.7
馒头a*值	-1.15	0.35	1.50	-0.42	0.35	82.3
馒头b*值	12.90	21.90	9.00	18.21	1.82	10.0
比容/(cm ³ /g)	1.70	2.70	1.00	2.22	0.24	10.8
色泽	5.00	9.00	4.00	6.98	0.91	13.1
弹韧性	6.00	9.40	3.40	8.17	0.74	9.1
总分	63.00	91.00	28.00	78.06	6.13	7.9
复热性	10.00	19.00	9.00	14.90	1.68	11.3

实验所用的128个品种小麦制粉后的品质指标变化情况如表2所示。小麦粉的湿面筋含量、面筋指数、稳定时间、拉伸面积、拉伸比例等指标相对标准偏差较大，品种间差异明显，有利于研究结果的可靠性。由表3知，馒头的质构指标、感官评价指标、色泽指标也具有较大差异，具有较好的代表性。

2.2 小麦粉品质指标与主食馒头品质指标之间的相关性分析

为研究小麦粉品质指标与主食馒头感官评价指标、质构指标、色泽指标的关系，分别对它们进行相关性分析，结果如表4~6所示。

表4 小麦粉品质指标与馒头感官评价指标之间的相关系数

Table 4 Correlation coefficients between wheat flour parameters and sensory evaluation parameters of steamed buns

指标	高径比	比容	弹韧性	感官评价总分	复热性能
灰分含量	0.097	0.242**	-0.384**	0.165	0.068
蛋白质含量	0.088	0.244**	-0.053	-0.094	0.172
湿面筋含量	0.097	0.046	0.257*	-0.033	0.209*
干面筋含量	0.035	0.137	0.135	0.025	0.232**
面筋指数	0.511**	0.160	0.090	0.246**	0.085
形成时间	0.662**	0.117	0.000	-0.121	0.112
吸水率	-0.026	-0.205*	0.161	-0.160	0.170
稳定时间	0.767**	0.199*	-0.012	0.132	0.150
弱化度	-0.606**	-0.313**	-0.053	-0.359**	-0.069
拉伸曲线面积	0.534**	0.314**	0.033	0.129	0.058
拉伸阻力	0.573**	0.323**	-0.031	0.144	0.171
延伸度	-0.477**	0.032	-0.100	-0.229**	-0.268**
最大拉伸阻力	0.615**	0.299**	0.043	0.170	0.182*
拉伸比例	0.595**	0.267**	0.015	0.128	0.203*

注：*，指标之间影响显著($P < 0.05$)；**，指标之间影响极显著($P < 0.01$)。下同。

表5 小麦粉品质指标与主食馒头质构指标之间的相关系数
Table 5 Correlation coefficients between wheat flour quality parameters and texture properties of steamed buns

指标	硬度	黏着性	弹性	黏聚性	胶着性	咀嚼性	回复性
灰分含量	0.173	0.202*	0.175	-0.004	0.158	0.153	0.035
蛋白质含量	0.179*	0.225*	0.157	-0.012	0.179*	0.232**	0.009
湿面筋含量	0.115	0.180*	0.151	0.031	0.194*	0.273**	0.032
干面筋含量	0.117	0.255*	0.096	-0.092	0.173*	0.269**	0.016
面筋指数	0.585**	0.143	0.093	-0.199*	0.566**	0.565**	0.108
形成时间	0.719**	0.220*	0.123	-0.200	0.642	0.678**	0.112
吸水率	0.076	-0.029	-0.036	-0.025	0.143	0.162	-0.130
稳定时间	0.816**	0.300**	0.193*	-0.176*	0.731**	0.782**	0.216*
弱化度	-0.555**	-0.296**	-0.329**	-0.016	-0.509**	-0.570**	-0.302**
拉伸曲线面积	0.582**	0.241**	0.071	-0.239**	0.500**	0.525**	0.186*
拉伸阻力	0.655**	0.268*	0.092	-0.222*	0.541**	0.567**	0.217*
延伸度	-0.526**	-0.072	-0.062	0.130	-0.443**	-0.427**	-0.052
最大拉伸阻力	0.655**	0.239**	0.041	-0.289**	0.553**	0.580**	0.185*
拉伸比例	0.688**	0.241**	0.092	-0.234**	0.545**	0.569**	0.191*

表6 小麦粉指标与主食馒头色泽指标间的相关系数
Table 6 Correlation coefficients between wheat flour quality parameters and color parameters of steamed buns

指标	馒头L*值	馒头a*值	馒头b*值	感官评价色泽	感官评价总分
灰分含量	-0.428**	0.142	0.346**	0.137	0.165
蛋白质含量	-0.250*	0.162	0.141	-0.196*	-0.094
面粉L*值	0.046	0.100	-0.136	0.198*	0.273**
面粉a*值	0.164	0.449**	-0.467**	-0.056	-0.186*
面粉b*值	-0.257**	-0.283**	0.440**	0.164	0.151

由表4可知,蛋白质含量与比容成极显著正相关($P<0.01$),与高径比、感评弹韧性、总分、复热性相关性不显著($P>0.05$);湿面筋含量与感评弹韧性、复热性成显著正相关($P<0.05$);干面筋含量与复热性成显著正相关($P<0.05$);面筋指数与高径比、总分成极显著正相关($P<0.01$)。粉质参数中,面团形成时间与高径比成极显著正相关($P<0.01$);稳定时间与高径比成极显著正相关($P<0.01$),与比容成显著正相关($P<0.05$);弱化度与高径比、比容和总分成极显著负相关($P<0.01$)。在拉伸仪参数中,拉伸面积、拉伸阻力与高径比、比容成极显著正相关($P<0.01$);延伸度与高径比、总分成极显著负相关($P<0.01$);拉伸比例与高径比、比容成极显著正相关($P<0.01$),与复热性成显著正相关($P<0.01$)。

由表5可知,灰分含量与馒头的黏着性成显著正相关($P<0.05$);蛋白质含量与馒头的硬度、黏着性、胶着性成显著正相关($P<0.05$),与馒头的咀嚼性成极显著正相关($P<0.01$);湿面筋含量、干面筋含量与馒头的黏着性、胶着性成显著正相关($P<0.01$),与馒头的咀嚼性成极显著正相关($P<0.01$);面筋指数与馒头的硬度、胶着性、咀嚼性成极显著正相关($P<0.01$),

与黏聚性成显著负相关($P<0.05$)。粉质仪指标中,形成时间与馒头的硬度、咀嚼性成极显著正相关($P<0.01$),与黏着性成显著正相关($P<0.01$);稳定时间与馒头的硬度、黏着性、胶着性、咀嚼性成极显著正相关($P<0.01$),与馒头的弹性、回复性成显著正相关($P<0.05$);弱化度与馒头的硬度、弹性、胶着性、回复性、咀嚼性成极显著负相关($P<0.01$);吸水率与馒头各个质构指标的相关性均不显著($P>0.05$)。拉伸仪指标中,拉伸面积与馒头的硬度、黏着性、胶着性成极显著正相关($P<0.01$),与黏聚性成极显著负相关($P<0.01$);拉伸阻力、最大拉伸阻力均与馒头的硬度、黏着性、胶着性、咀嚼性成极显著正相关($P<0.01$),与回复性成显著正相关($P<0.05$),与黏聚性分别成显著负相关($P<0.05$)与极显著负相关($P<0.01$);延伸度与馒头的硬度、胶着性、咀嚼性成极显著负相关($P<0.01$)。

由表6可知,灰分含量与馒头L*值成极显著负相关($P<0.01$),与馒头b*值成极显著正相关($P<0.01$);蛋白质含量与馒头L*值成显著负相关($P<0.05$),与馒头感官评分色泽得分成显著负相关($P<0.05$);面粉L*值与馒头感官评分色泽得分成显著正相关($P<0.05$);面粉a*值与馒头a*值成极显著正相关($P<0.01$),与馒头b*值成极显著负相关($P<0.01$);面粉b*值与馒头L*值、a*值成极显著负相关($P<0.01$),与馒头b*值成极显著正相关($P<0.01$)。

馒头的感官评分是人们评价馒头品质最关键的指标,由表4可知,除了面筋指数与其成显著正相关($P<0.05$),弱化度及延伸度与其成极显著负相关($P<0.01$)之外,其余指标与其相关性均不显著($P>0.05$)。复热性能是北方主食馒头的一项重要质量指标,极受人们的关注,但是只有少数几个小麦粉指标与其相关性达到了显著或极显著。为了进一步说明上述指标之间的关系,本实验进行了二次曲线拟合分析^[10],见图1~4。结果表明,面团稳定时间、拉伸面积、拉伸阻力与馒头综合得分间成二次曲线关系,分别可以解释综合得分变异的60.7%、38.7%、49.1%;馒头综合得分随面团稳定时间、拉伸面积及拉伸阻力的增加呈现先增加后下降的趋势,在稳定时间为4~8 min、拉伸面积60~120 cm²、拉伸阻力200~350 EU时馒头具有较高的综合得分。馒头复热性能与面团稳定时间之间也成二次曲线关系,可以解释复热性能变异的46.3%,它随面团稳定时间的增加而先增加后降低,在面团稳定时间为4~8 min时具有较好的复热性能。

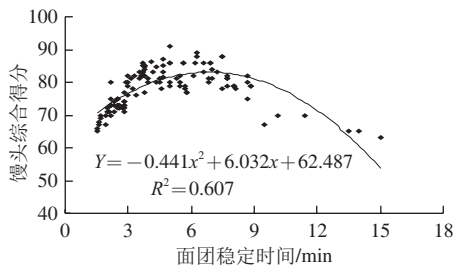


图1 面团稳定时间对馒头综合得分的影响

Fig. 1 Effect of dough stability time on total score of steamed buns

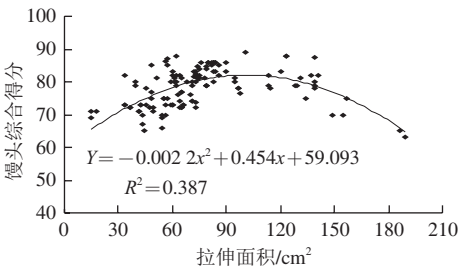


图2 面团拉伸面积对馒头综合得分的影响

Fig. 2 Effect of dough extensograph energy on total sensory score of steamed buns

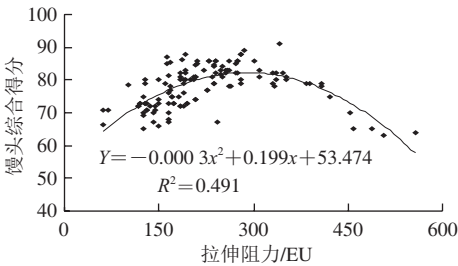


图3 面团拉伸阻力对馒头综合得分的影响

Fig. 3 Effect of dough extension resistance on total sensory score of steamed buns

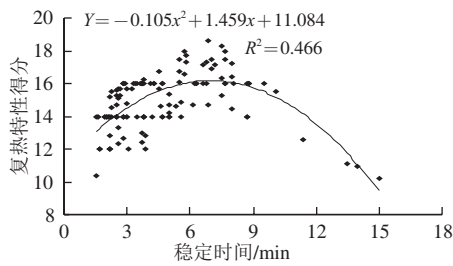


图4 面团稳定时间对馒头复热性能的影响

Fig. 4 Effect of dough stability time on repeated steaming properties of steamed buns

2.3 主食馒头用小麦粉品质指标的确定

在现行的国家标准及行业标准中，专用小麦粉的分类以面团的稳定时间与湿面筋含量为主要参照指标。在

本实验中发现，湿面筋含量与馒头多项品质指标的相关性不显著，面团稳定时间、面团拉伸面积、面团的拉伸阻力对主食馒头品质影响很大。故本实验按照128种小麦粉面团的稳定时间、拉伸面积、拉伸阻力范围分类，分析小麦粉品质指标对主食馒头品质的影响，研究归纳出适用的小麦粉品质指标范围。小麦粉稳定时间范围、面团拉伸面积范围与拉伸阻力范围对馒头品质指标的影响结果如表7~9所示。

表7 面团稳定时间对馒头品质的影响

面团稳定时间/min	硬度/g	咀嚼性/g	高径比	L*	b*	比容/(cm ³ /g)	感官评价总分
<3	2 699.5	2 013.4	0.44	81.5	18.1	2.10	73.8
3~5	3 114.7	2 348.2	0.48	81.8	17.9	2.30	82.2
5~7	3 187.3	2 386.7	0.51	81.3	19.0	2.34	81.6
7~9	3 766.2	2 852.9	0.59	81.6	18.2	2.22	82.3
>9	4 230.3	3 284.5	0.58	81.8	17.6	2.27	71.0

表8 面团拉伸阻力对馒头品质的影响

面团拉伸阻力/EU	硬度/g	咀嚼性/g	高径比	L*	b*	比容/(cm ³ /g)	感官评价总分
<150	2 619.1	2 020.8	0.44	81.3	18.5	2.03	72.7
150~200	2 967.0	2 222.1	0.46	81.8	18.1	2.24	77.6
200~250	3 251.1	2 464.6	0.51	81.7	17.8	2.29	81.3
250~300	3 296.8	2 394.0	0.53	81.2	18.8	2.31	83.4
300~400	3 608.5	2 750.7	0.54	81.5	18.7	2.26	81.6
>400	3 963.3	2 970.7	0.59	82.0	17.2	2.13	70.6

表9 面团拉伸面积对馒头品质的影响

面团拉伸面积/cm ²	硬度/g	咀嚼性/g	高径比	L*	b*	比容/(cm ³ /g)	感官评价总分
<40	2 870.2	2 225.4	0.41	82.0	18.0	2.07	71.8
40~60	2 699.2	2 033.9	0.44	81.0	18.6	2.12	74.8
60~80	3 154.5	2 351.6	0.49	81.9	18.2	2.24	78.9
80~100	3 292.6	2 501.8	0.51	81.7	17.8	2.38	82.7
>100	3 690.7	2 764.2	0.56	81.5	18.1	2.28	78.5

根据表7~9中主食馒头的品质指标确定出面团稳定时间在3~9 min、面团拉伸阻力在200~400 EU、面团拉伸面积在80~100 cm²时，20个小麦品种为最佳主食馒头专用小麦品种，它们分别为：矮抗58、太空6号、周麦22、衡观35、澳白8008、新麦798、安麦1号、周麦27、豫麦58、漯麦4号、百农160、小偃22、洛麦21、冀麦21、隆平9987、宛麦369、豫麦49-198、众麦2号、郑麦379、豫麦52。将入选小麦品种品质指标的平均值作为优质馒头专用粉品质指标的理想取值，考虑到各性状的变幅中可能包含极端类型，因此以 $\bar{x} \pm s$ 作为优质主食馒头专用粉品质指标的参考取值范围，结果如表10所示。

表 10 优质主食馒头专用小麦粉主要品质指标推荐范围
Table 10 Suggested ranges of important flour traits for making high-quality staple steamed buns

小麦粉指标	最小值	最大值	平均值	标准差	取值范围
蛋白含量/%	12.30	16.30	14.50	1.32	13.18~15.82
面筋指数	50.60	97.20	66.30	15.22	51.08~81.52
稳定时间/min	3.90	7.50	5.80	1.32	4.48~7.12
弱化度/FU	57.00	118.00	79.30	12.80	66.50~92.10
拉伸面积/cm ²	80.00	97.00	86.10	5.35	80.75~91.45
拉伸阻力/EU	210.00	352.00	259.60	40.96	218.64~300.56
延伸度/mm	165.00	214.00	184.20	17.05	167.15~201.25
L*值	92.30	94.50	93.60	0.65	92.95~94.25
b*值	8.10	12.60	10.20	1.48	8.72~11.68

由表10可知, 优质主食馒头专用小麦粉主要品质指标范围: 蛋白含量为13.2%~15.8%、面筋指数为51.1~81.5、稳定时间为4.5~7.1 min、弱化度为66.5~92.1 FU、拉伸面积为80.8~91.5 cm²、拉伸阻力为218.6~300.6 EU、延伸度为167.2~201.3 mm、L*值为93.0~94.3、b*值为8.7~11.7。

3 讨论

实验发现, 小麦粉的筋力强弱对馒头的品质影响很大。在筋力较低的范围内, 蛋白质含量、面团稳定时间的增加有利于主食馒头品质的提高, 但小麦粉的筋力过强, 当蛋白质含量大于16.0%、稳定时间超过10 min时, 就会对主食馒头的外观、结构、表面状态和体积产生不利的影响, 使馒头的综合评分明显降低、质构性能下降, 并使和面时间与醒面时间变长, 面团不光洁, 易回缩, 不易成型, 对加工过程会产生不利影响。从本实验可以得出蛋白质含量为13.2%~15.8%、稳定时间为4.5~7.1 min (中筋与中高筋) 的小麦粉最适合于优质馒头生产, 这与刘爱华^[5]、齐兵建^[6]、Zhu^[8]、He Zhonghu^[11-12]等的研究结果一致; 而袁建^[13]、Huang^[14]、张春庆^[15]、刘景顺^[16]、Yue^[17]、付苗苗^[18]等的研究则认为只有中筋小麦粉适合于馒头的生产, 中高筋小麦粉和弱筋小麦粉均不适合。实验中发现, 很多文献报道中筋小麦粉最适合制作馒头的主要原因, 可能是中筋小麦粉手工揉面与成型时易于操作, 筋力较强时手工成型费时费力; 但筋力较强的小麦粉由于耐发酵性能较强, 生产馒头的品质明显高于筋力较弱的小麦粉。

本实验中发现, 面筋指数与馒头各品质指标的相关性程度明显优于湿面筋含量、蛋白质含量与馒头各指标的相关性程度, 说明影响馒头品质最关键的是蛋白质的质量而不是数量。研究表明, 湿面筋含量与小麦粉中总蛋白质含量成显著正相关^[19], 而面筋指数则与麦谷蛋白的含量成显著正相关^[20], 故面筋指数则比湿面筋含量能更准确地反映小麦粉的筋力。因此在本实验的推荐指标

中, 用面筋指数替代了湿面筋含量。实验结果表明, 在今后的相关专用小麦粉标准制定时, 能更加重视面筋指数指标的应用。

小麦粉品质指标与馒头质构指标及色差仪测定指标的相关性要明显优于小麦粉指标与馒头感官评价的相关性, 这反映出量化指标的稳定性要优于人的感官评价, 说明利用质构仪、色差仪等仪器对馒头进行评价并且标准化具有一定的可行性, 但还需要进一步的研究。

本实验发现, 小麦粉蛋白质含量与馒头L*值、感官评价的色泽得分之间的相关性均为显著负相关 ($P<0.05$), 说明小麦粉蛋白质含量增加、筋力增强会对馒头的色泽产生不利影响, 这与胡瑞波^[21]及Miskelly^[22]的研究结果一致。小麦粉灰分含量与馒头色泽 (L*值) 间成显著负相关 ($P<0.05$), 小麦粉的L*值与馒头感评色泽得分间成显著正相关 ($P<0.05$), 小麦粉的b*值与馒头的L*值、a*值间成极显著负相关 ($P<0.01$)。由此可知, 如使主食馒头具有较高的白度与亮度, 须使小麦粉蛋白质含量适中、灰分较低与白度较高。参考原国家商业部颁布的LS/T 3202—1993《面条专用面粉》、LS/T 3203—1993《饺子专用面粉》及LS/T 3204—1993《馒头专用面粉》质量指标优质级的灰分要求, 确定优质主食馒头专用小麦粉的灰分含量应不高于0.55%。优选出20种适用于生产主食馒头的专用小麦品种, 分别为: 矮抗58、太空6号、周麦22、衡观35、澳白8008、新麦798、安麦1号、周麦27、豫麦58、漯麦4号、百农160、小偃22、洛麦21、冀麦21、隆平9987、宛麦369、豫麦49-198、众麦2号、郑麦379、豫麦52。

影响主食馒头品质的关键小麦粉指标为灰分含量、蛋白含量、面筋指数、稳定时间、弱化度、拉伸面积、拉伸阻力、延伸度、L*值、b*, 其品质指标范围为: 灰分不高于0.55%、蛋白含量为13.2%~15.8%、面筋指数为51.1%~81.5%、稳定时间为4.5~7.1 min、弱化度为66.5~92.1 FU、拉伸面积为80.8~91.5 cm²、拉伸阻力为218.6~300.6 EU、延伸度为167.2~201.3 mm、L*值为93.0~94.3、b*值为8.7~11.7。

参考文献:

- [1] 刘晓真. 我国面制主食产业化的现状及趋势分析[J]. 粮食加工, 2014(6): 1-5.
- [2] 孙辉, 姜薇莉, 林家永. 小麦粉理化品质指标与食品加工品质的关系研究[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(3): 12-16.
- [3] 张庆霞, 谢海燕, 王晓曦. 小麦粉品质与北方馒头品质关系的研究[J]. 粮食加工, 2013, 38(4): 12-16.
- [4] 王宪泽, 李茜, 郭恒俊, 等. 小麦加工品质性状与馒头质量性状的相关性[J]. 中国粮油学报, 1998, 13(6): 8-9. DOI:10.3321/j.issn:1003-0174.1998.06.002.
- [5] 刘爱华, 何中虎, 王光瑞, 等. 小麦品质与馒头品质关系的研究[J]. 中国粮油学报, 2000, 15(2): 9-14. DOI:10.3321/j.issn:1003-0174.2000.02.003.

- [6] 齐兵建. 小麦粉品质与北方优质馒头品质关系的研究[J]. 中国粮油学报, 2004, 19(3): 21-25. DOI:10.3321/j.issn:1003-0174.2004.03.006.
- [7] ZHU J, HUANG S, O'BRIEN L, et al. Variation among Australian and Chinese wheats for Chinese steamed bread quality[C]// Cereals'97: Proceedings of 47th Australian Cereal Chemistry Conference, Perth, Australia, 1997: 280-282.
- [8] ZHU J, HUANG S, KHAN K, et al. Relationship of protein quantity, quality and dough properties with Chinese steamed bread quality[J]. Journal of Cereal Science, 2001, 33: 205-212. DOI:10.1006/jcsc.2000.0358.
- [9] 钱平, 李里特, 何锦凤. 馒头硬化机理探讨[J]. 中国食品学报, 2005, 5(4): 79-86. DOI:10.3969/j.issn.1009-7848.2005.04.015.
- [10] 杨金, 张艳, 何中虎, 等. 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. DOI:10.3321/j.issn:0496-3490.2004.08.001.
- [11] HE Z H. Wheat production and quality requirements in China[J]. Review of China Agricultural Science and Technology, 2000, 2(3): 62-68.
- [12] HE Z H, LIU A H, PEA R J, et al. Suitability of Chinese wheat cultivars for production of northern style Chinese steamed bread[J]. Euphytica, 2003, 131(2): 155-163.
- [13] 袁建, 鞠兴荣, 汪海峰, 等. 小麦粉品质与馒头加工质量的相关性研究[J]. 食品科学, 2005, 26(12): 57-61. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2005.12.008.
- [14] HUANG S D, YUN S H, KEN Q, et al. Establishment of flour quality guidelines for northern style Chinese steamed bread[J]. Journal of Cereal Science, 1996, 24(2): 179-185. DOI:10.1006/jcsc.1996.0051.
- [15] 张春庆, 李晴祺. 影响普通小麦加工馒头质量的主要品质性状的研究[J]. 中国农业科学, 1993, 26(2): 39-46. DOI:10.3321/j.issn:0578-1752.1993.02.008.
- [16] 刘景顺. 发展适合我国国情的食品专用面粉[J]. 粮食与食品工业, 2003(1): 7-10. DOI:10.3969/j.issn.1672-5026.2003.01.003.
- [17] YUE P, RAYAS-DUARTE P. An overview of steamed bread[J]. Cereal Foods World, 1997, 42(4): 210-215.
- [18] 付苗苗. 小麦胚乳中各蛋白质组分分布及与馒头品质关系的研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2007: 34-38.
- [19] 张剑, 李梦琴, 李林叶, 等. 小麦蛋白质和粉质特性对馒头品质的影响[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2007, 28(3): 64-67. DOI:10.3969/j.issn.1671-4652.2007.03.015.
- [20] 张平平. 贮藏蛋白组份对小麦面团特性与食品加工品质的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007: 50-55.
- [21] 胡瑞波, 田纪春. 小麦主要品质性状与面粉色泽的关系[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(3): 96-101. DOI:10.7606/j.issn.1009-1041.2006.03.114.
- [22] MISKELLY D M. Flour components affecting pasta and noodle color[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1986, 35(4): 463-471. DOI:10.1002/jsfa.2740350417.