

# 小米全粉对面团特性及馒头品质影响研究

冯明会, 孟甜, 黄开正, 王林, 李想\*

(四川旅游学院 烹饪学院, 四川 成都 610100)

**摘要:** 通过正交试验优化小米全粉馒头最佳基础配方以及最佳工艺条件, 在此基础上分析 0%、5%、10%、15%、20% 的小米全粉添加对面团营养成分、粉质特性、拉伸特性、质构以及成品感官品质的影响。试验结果表明: 小米全粉添加丰富了混合粉营养成分, 添加量对面团的形成时间、稳定时间影响较小; 添加量增加, 吸水率降低、弱化度增强, 全粉对馒头的劣变作用越强; 添加量越大, 口感越差; 通过感官分析结合理化检测结果, 最终确定小米全粉添加量在 15% 时, 其成品质量最佳。

**关键词:** 小米全粉; 面粉; 面团特性; 馒头品质; 美食营养

**中图分类号:** TS 972.132 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-8730(2019)02-0038-05

小米又称粟米, 其味甘、性凉, 能养脾健胃, 近年来广泛应用于面点小吃的制作中。<sup>[1]</sup> 将小米全粉与小麦面粉按一定比例搭配制作馒头, 不仅能丰富营养, 实现营养互补, 还能增加新的风味馒头, 满足市场需要。<sup>[2]</sup> 本文通过正交试验优化馒头的最佳制作工艺, 在此基础上通过分析不同添加比例的小米全粉制作的面团以及馒头的主要营养成分、粉质特性、拉伸特性、质构以及成品感官品质。由此确定最佳添加比例, 为小米馒头制作提供理论依据, 增加农产品附加值。<sup>[3]</sup>

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

小米粉: 张家口桥西区杨氏兄弟粮油加工厂; 河套牌雪花粉: 内蒙古恒丰食品工业(集团)股份有限公司; 百钻无铝害双效泡打粉: 安琪酵母股份有限公司; 安琪高活性干酵母: 安琪酵母股份有限公司。所有试剂为国产分析纯; 营养琼脂培养基: 依据 GB/T 4789.23—2003 配制。

### 1.2 仪器与设备

力丰 B5 多功能搅拌机: 广东力丰机械制造有限公司; 永强 YQ-130 高速压面机: 佛山市顺

德区陈家村镇俊凌厨具电器厂; 乐创 13 盘发酵箱: 佛山市顺德区韩泰电器有限公司; TMS-PRO 型高精度食品物性分析仪: 美国 TFC 公司; SXT 系列索氏抽提器: 上海精密仪器仪表有限公司; DK-8D 恒温水浴锅: 上海精密仪器仪表有限公司; ESJ 110-5A 分析天平: 上海精密仪器仪表有限公司; DB 1189 电热鼓风干燥箱: 苏州市豪贝节能烘箱厂; HZF-150 粉质仪: 浙江托普云农科技股份有限公司; HZL-350 面团拉伸仪: 浙江托普云农科技股份有限公司。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 试验设计

在面粉量恒定的前提下, 通过正交试验优化关键配方比例及关键工艺环节, 最终确定最佳配方及标准工艺。在此基础上添加 0%、5%、10%、15%、20% 的小米粉, 分析其不同添加量对馒头主要营养成分、粉质及面团特性、成品质构及感官品质的影响。<sup>[4]</sup>

#### 1.3.2 馒头制备及工艺优化

##### 1.3.2.1 工艺流程

面粉→加酵母、水→和面→饧发→成型→饧发→成熟。<sup>[5]</sup>

收稿日期: 2018-12-29 \* 通信作者

基金项目: 国家民委人文社会科学重点研究基地——中国彝学研究中心资助项目(YXJDY1808); 四川旅游学院四川少数民族饮食  
文化传承与传播研究团队(18SCTUTD01)

作者简介: 冯明会(1983-) 男, 吉林伊通人, 四川旅游学院烹饪学院讲师, 高级技师, 从事传统烹饪工业化研究;

李想(1980-) 男, 吉林伊通人, 四川旅游学院烹饪学院教授, 从事传统烹饪工业化研究。

1.3.2.2 优化配方以及工艺条件

面粉 500 g 恒定的前提下,在预实验的基础上,确定正交试验因素,具体因素见表 1。

表 1 正交实验因素

水平	因素				
	水添加量 (g)	泡打粉添加量 (g)	酵母添加量 (g)	第一次饴发时间 (min)	第二次饴发时间 (min)
1	200	1	3	5	20
2	250	3	5	10	30
3	300	5	7	15	40

1.3.3 主要成分测定

水分测定:参照 GB/T 5009.3—2016《食品中水分的测定》;脂肪测定:参照 GB 5009.6—2016《食品中脂肪的测定》;蛋白质测定:参照 GB 5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》;灰分测定:参照 GB 5009.4—2016《食品中灰分的测定》。<sup>[6]</sup>粉质特性、拉伸特性测定参照国家质量监督检验检疫总局颁布的 GB/T 14614—2006、GB/T 14615—2006 等标准。<sup>[7]</sup>

1.3.4 馒头成品质构测定

将成熟的馒头自然冷却至室温,分别对其测定硬度、弹性、回复性、内聚性、弹性、胶黏性、咀嚼性等指标。<sup>[8]</sup>

1.3.5 感官评价

选取专业面点厨师 20 人,分别从形状、色泽、滋味、黏性以及切面结构等方面进行评价。<sup>[9]</sup>具体标准见表 2。

1.4 数据分析

单组别试验重复 3 次,通过 SPSS 软件进行数据分析。<sup>[10]</sup>

2 结果与分析

2.1 配方工艺条件优化

通过正交试验结果结合方差分析发现(见表 3、表 4),两次饴发时间、酵母添加量对馒头成品感官品质影响较大,其次为水的添加量以及泡打粉的添加量。在面粉 500 g 恒定的基础上,最终确定最佳工艺配方为:水 300 g、泡打粉 3 g、酵母 3 g;第一次饴发时间为 10 min,第二次饴发时间为 30 min。后期试验配方及工艺条件全部按此标

准执行。<sup>[11]</sup>

表 2 感官评分标准

项目	参考标准	分值(分)
形状 (20 分)	形状规整,外形饱满	16~20
	形状相对规整,外形饱满	11~15
	形状变形,饱满度差	6~10
	形状异样,饱满度极差	0~5
色泽 (20 分)	颜色美观均匀,无杂色,光泽度高	16~20
	色泽均匀,无杂色,光度较高	11~15
	色泽基本均匀,无杂色,有光泽度	6~10
	色泽不匀,有杂色,光泽度差	0~5
滋味 (20 分)	有明显的面香味,滋味香气足	16~20
	有面香味,滋味香气一般	11~15
	无面香味,有一定的风味	6~10
	有异味,滋味差	0~5
黏性 (20 分)	咀嚼性非常好,无黏性	16~20
	咀嚼性一般,无黏性	11~15
	咀嚼性一般,有黏性	6~10
	咀嚼差,有很强的黏性	0~5
切面结构 (20 分)	蜂窝眼丰富,分布均匀,结构细腻	16~20
	有较多的蜂窝眼,分布均匀,结构细腻度一般	11~15
	蜂窝少,分布不均,结构较粗糙	6~10
	蜂窝眼很少,结构死板	0~5

2.2 不同小米全粉添加量对混合粉基本成分的影响

面粉的水分含量受添加的小米粉含量的影响较大,<sup>[12]</sup>从表 5 分析发现,当小米粉添加量超过 10%,蛋白质含量增加差异性显著;当小米粉添加量超过 5%,脂肪含量增加差异性显著;当小米粉添加量超过 10%,灰分含量差异性显著。综上,小米粉的添加对主要营养成分均有影响,弥补了面粉因加工过于精细导致矿物质、维生素等营养物质的损失,实现营养互补。

2.3 不同小米全粉添加量对混合粉粉质特性的影响

面团形成时间主要体现其形成速率,面筋的强弱通过稳定时间来测定,抗剪切能力通过弱化度来体现。<sup>[13]</sup>通过对表 6 分析发现,随着小米全粉添加量的增加,面团形成时间差异不显著;对全粉面团稳定时间影响较大,说明小米全粉量的增加会降低面筋强度,使全粉发生改变,从而影响筋性;吸水率随添加量增加而降低,其主要原因是受小米粉吸水能力影响;而弱化度随着添加量增加而增加,主要是受小米粉降低了面筋蛋白的浓度

影响,导致其抗剪切能力下降。

表3 正交试验结果

实验次数	水添加量 (g)	泡打粉添 加量(g)	酵母添 加量(g)	第一次饴发 时间(min)	第二次饴发 时间(min)	感官评分 (分)
实验1	200	1	3	5	20	89.5
实验2	200	3	5	10	30	95.3
实验3	200	5	7	15	40	89.3
实验4	250	1	3	10	30	96.3
实验5	250	3	5	15	40	91.2
实验6	250	5	7	5	20	85.6
实验7	300	1	5	5	40	89.3
实验8	300	3	7	10	20	94.2
实验9	300	5	3	15	30	97.1
实验10	200	1	7	15	30	88.6
实验11	200	3	3	5	40	87.1
实验12	200	5	5	10	20	86.2
实验13	250	1	5	15	20	84.2
实验14	250	3	7	5	30	85.6
实验15	250	5	3	10	40	89.5
实验16	300	1	7	10	40	88.2
实验17	300	3	3	15	20	87.3
实验18	300	5	5	5	30	85.2
$k_1$	89.333 3	89.35	91.133 3	87.05	87.833 3	
$k_2$	88.733 3	90.116 7	88.566 7	91.616 7	91.35	
$k_3$	90.216 7	88.816 7	88.583 3	89.616 7	89.1	
$R$	1.483 3	1.3	2.566 7	4.566 7	3.516 7	

表4 方差分析结果

变异来源	偏差平方和	自由度	方差	$F$ 值	$F_{\alpha}$	显著水平
水添加量	6.713 5	2	3.356 8		$F_{0.01}(2, \rho) = 10.925$	
泡打粉添加量	5.161 5	2	2.580 7		$F_{0.05}(2, \rho) = 5.143$	
酵母添加量	26.213 5	2	13.106 8	4.616	$F_{0.1}(2, \rho) = 3.463$	*
第一次饴发时间	62.921 9	2	31.460 9	11.08	$F_{0.25}(2, \rho) = 1.762$	**
第二次饴发时间	38.119 8	2	19.059 9	6.713		**
误差 $e$	5.161 5	2	2.580 7			
修正误差 $e$	17.036 5	6	2.839 4			
总和	144.292					

注: \*\* 表示差异极显著  $P < 0.01$ ; \* 表示差异显著  $P < 0.05$ 。

表5 小米全粉添加对混合粉基本成分影响

小米全粉添加量(%)	水分含量(%)	蛋白质质量分数(%)	脂肪质量分数(%)	灰分主要质量分数(%)
0	13.88 ± 0.08 <sup>a</sup>	11.32 ± 0.10 <sup>a</sup>	1.23 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.68 ± 0.08 <sup>a</sup>
5	13.75 ± 0.10 <sup>a</sup>	11.38 ± 0.09 <sup>ab</sup>	1.39 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.71 ± 0.01 <sup>b</sup>
10	13.66 ± 0.01 <sup>b</sup>	11.46 ± 0.13 <sup>bc</sup>	1.47 ± 0.08 <sup>c</sup>	0.77 ± 0.05 <sup>c</sup>
15	13.41 ± 0.08 <sup>c</sup>	11.55 ± 0.10 <sup>cd</sup>	1.63 ± 0.14 <sup>d</sup>	0.78 ± 0.07 <sup>c</sup>
20	13.40 ± 0.06 <sup>c</sup>	11.60 ± 0.12 <sup>d</sup>	1.88 ± 0.10 <sup>e</sup>	0.81 ± 0.02 <sup>d</sup>

注: 同列不同字母表示数值间差异显著  $P < 0.05$ 。

2.4 不同小米全粉添加量对拉伸指数的影响

通过分析表7 小米全粉添加对混合粉拉伸指数的影响,发现随着小米全粉的添加量增加,两次饧发时间后拉伸能量均减小,两次饧发时间差异性显著;随着添加量增加,面团的延伸性减小,受饧发时间影响,时间增加,显著性加大;拉伸助力

受添加量影响较小,但受饧发时间影响较大,时间延长,其最大拉伸阻力降低,具有显著性差异。综上,随着小米全粉添加量的增加,稀释了面筋蛋白的浓度,直接影响拉伸指数的各项指标,小米全粉添加量越大,加速全粉对馒头的劣变作用。

表6 小米全粉添加对混合粉粉质特性的影响

小米全粉添加量(%)	形成时间(min)	吸水率(%)	稳定时间(min)	弱化度(BU)
0	3.15 ± 0.01 <sup>a</sup>	60.89 ± 0.60 <sup>cd</sup>	3.87 ± 0.08 <sup>a</sup>	96.8 ± 8.56 <sup>a</sup>
5	3.18 ± 0.08 <sup>a</sup>	59.36 ± 0.25 <sup>d</sup>	3.92 ± 0.11 <sup>a</sup>	100.2 ± 1.56 <sup>ab</sup>
10	3.06 ± 0.12 <sup>a</sup>	58.89 ± 0.08 <sup>e</sup>	3.50 ± 0.07 <sup>b</sup>	113.5 ± 6.58 <sup>bc</sup>
15	2.98 ± 0.07 <sup>a</sup>	58.07 ± 0.75 <sup>bc</sup>	3.12 ± 0.15 <sup>c</sup>	121.8 ± 1.56 <sup>cd</sup>
20	2.85 ± 0.09 <sup>a</sup>	57.89 ± 0.20 <sup>a</sup>	2.98 ± 0.04 <sup>d</sup>	128.2 ± 2.69 <sup>d</sup>

注:同列不同字母表示数值间差异显著 P < 0.05。

表7 小米全粉添加对混合粉拉伸指数的影响

小米全粉添加量(%)	能量(cm <sup>2</sup> )		延伸性(mm)		最大拉伸阻力(BU)	
	第一次饧发时间 10 min	第二次饧发时间 30 min	第一次饧发时间 10 min	第二次饧发时间 30 min	第一次饧发时间 10 min	第二次饧发时间 30 min
0	47.6 ± 0.02 <sup>a</sup>	48.36 ± 1.32 <sup>a</sup>	159.3 ± 0.08 <sup>a</sup>	155.6 ± 5.98 <sup>a</sup>	210.0 ± 12.32 <sup>a</sup>	190.0 ± 7.56 <sup>a</sup>
5	41.2 ± 2.56 <sup>b</sup>	47.28 ± 1.51 <sup>a</sup>	156.3 ± 0.14 <sup>a</sup>	145.3 ± 0.25 <sup>b</sup>	205.0 ± 4.36 <sup>ab</sup>	178.0 ± 1.25 <sup>b</sup>
10	35.4 ± 1.12 <sup>b</sup>	43.5 ± 1.23 <sup>ab</sup>	138.9 ± 2.35 <sup>b</sup>	135.5 ± 2.35 <sup>c</sup>	200.0 ± 1.25 <sup>b</sup>	160.0 ± 0.10 <sup>c</sup>
15	30.7 ± 0.45 <sup>c</sup>	36.58 ± 0.10 <sup>c</sup>	129.1 ± 1.23 <sup>c</sup>	127.3 ± 3.86 <sup>d</sup>	192.5 ± 2.85 <sup>c</sup>	151.0 ± 5.69 <sup>d</sup>
20	27.2 ± 3.25 <sup>d</sup>	32.89 ± 1.54 <sup>cd</sup>	126.2 ± 0.07 <sup>c</sup>	125.9 ± 1.69 <sup>d</sup>	189.0 ± 6.58 <sup>c</sup>	150.0 ± 1.56 <sup>d</sup>

注:同列不同字母表示数值间差异显著 P < 0.05。

2.5 不同小米全粉添加量对馒头成品质构分析

小米全粉添加量对馒头成品质构的影响结果见表8。通过对馒头成品质构分析,发现随着小米全粉添加量增加,馒头的硬度、弹性、咀嚼性随之增加,说明小米全粉添加量影响口感,添加量越

多,其面团硬度相对越大,口感较差;主要是小米全粉稀释了面筋蛋白浓度引起的。随着小米全粉添加量增加,馒头成品回复性和内聚性对应降低,说明其内部结合力下降。综上,小米全粉添加对馒头质构影响较大,添加量增加,其口感降低。

表8 小米全粉添加对馒头成品质构的影响

小米全粉添加量(%)	硬度(N)	回复性	内聚性	弹性(mm)	胶黏性(N)	咀嚼性(MJ)
0	19.61 ± 0.58 <sup>a</sup>	1.38 ± 0.05 <sup>d</sup>	0.53 ± 0.11 <sup>c</sup>	4.88 ± 0.02 <sup>b</sup>	10.35 ± 0.58 <sup>b</sup>	45.36 ± 0.35 <sup>a</sup>
5	22.35 ± 1.02 <sup>ab</sup>	0.68 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.46 ± 0.08 <sup>b</sup>	4.56 ± 0.01 <sup>ab</sup>	9.89 ± 0.36 <sup>ab</sup>	46.01 ± 0.21 <sup>a</sup>
10	25.58 ± 2.05 <sup>b</sup>	0.29 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.42 ± 0.03 <sup>ab</sup>	4.98 ± 0.02 <sup>c</sup>	9.55 ± 0.68 <sup>a</sup>	50.12 ± 0.56 <sup>b</sup>
15	28.25 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.28 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.39 ± 0.06 <sup>a</sup>	5.11 ± 0.01 <sup>d</sup>	9.48 ± 0.16 <sup>a</sup>	55.69 ± 0.87 <sup>c</sup>
20	28.56 ± 0.15 <sup>b</sup>	0.25 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.38 ± 0.08 <sup>a</sup>	5.14 ± 0.01 <sup>d</sup>	9.31 ± 0.91 <sup>a</sup>	58.23 ± 0.40 <sup>d</sup>

注:同列不同字母表示数值间差异显著 P < 0.05。

2.6 不同小米全粉添加量对成品感官品质影响

通过对表9 感官品质评分分析可知,小米全粉添加对形状、黏性、切面结构影响较大,随着添加量的增加,评分略有波动,影响其成品品质,这

与粉质特性、质构分析相一致;对色泽、滋味等指标影响积极,小米全粉的添加因其特殊的色泽及谷香味评分较高。当小米全粉添加量在15%时,成品感官评分最高,其为最佳添加量。<sup>[14]</sup>

表9 小米全粉添加对馒头成品感官品质的影响

小米全粉添加量(%)	形状(20分)	色泽(20分)	滋味(20分)	黏性(20分)	切面结构(20分)	总评(100分)
0	17.25	16.58	17.65	18.36	19.36	89.20
5	15.23	17.36	16.38	17.89	18.23	85.90
10	17.98	18.36	17.98	17.86	17.25	89.43
15	18.88	18.50	19.25	17.56	18.89	93.08
20	16.25	18.55	19.50	16.80	17.56	88.66

### 3 结论

小米全粉的添加,对面团的形成时间、稳定时间影响较小,吸水率降低、弱化度增强;小米全粉添加量增加直接影响拉伸指数的各项指标,添加量增大,全粉对馒头的劣变作用越强;对成品品质影响主要集中在硬度、弹性、咀嚼性等指标,添加量越大,口感越差;通过感官分析结合理化检测结果,最终确定小米全粉添加量在15%时,其成品质量最佳。本研究为食品加工领域面团配方组合、品质变化及成品效果评价提供理论参考。

#### 参考文献:

- [1] 吴立根, 屈凌波. 谷子的营养功能特性与加工研究进展[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(15): 191-196.
- [2] 牛宇, 张劲松, 单璐, 等. 小米粥加工过程中营养成分及抗氧化活性的变化[J]. 中国农学通报, 2018, 34(19): 126-132.
- [3] 贾凤娟, 王文亮, 弓志青, 等. 毛木耳馒头的加工工艺

- 及营养成分分析[J]. 中国食物与营养, 2018, 24(9): 33-36.
- [4] 刘长虹, 孙祥祥, 张煌, 等. 老面与酵母不同比例混合的生物活性及其对馒头品质的影响[J]. 食品工业, 2018, 39(10): 31-35.
  - [5] 侯智勇, 杨静, 罗文, 等. 紫薯添加量对四川凉蛋糕品质的影响研究[J]. 美食研究, 2018, 35(3): 27-31.
  - [6] 艾羽函, 姬成宇, 张剑, 等. 麦麸粉对冷冻发酵面团中蛋白特性和淀粉特性的影响[J]. 河南农业大学学报, 2018, 52(5): 809-817.
  - [7] 钟雪婷, 华苗苗, 任元元, 等. 马铃薯全粉对小麦面团及其馒头质构、品质影响的研究[J]. 食品与发酵科技, 2018, 54(5): 32-35.
  - [8] 吴若言, 罗登林, 张康逸, 等. 超声辅助面团发酵对馒头品质的影响及工艺优化[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(18): 95-101.
  - [9] 王录通. 和面工艺对面团及馒头品质的影响研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2018.
  - [10] JOSEPH A R, ALEXANDER M R, JARA P J, et al. Effects of food processing on polyphenol contents: A systematic analysis using Phenol-explorer data[J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2015, 59(1): 1147-1149.
  - [11] 郭武汉, 王凯, 连惠章, 等. 冷冻面团技术应用研究进展[J]. 农产品加工, 2018(20): 68-70.
  - [12] 唐黎标. 面包用小麦粉的质量控制[J]. 现代面粉工业, 2018, 32(5): 19-21.
  - [13] 胡晓飞, 吴晖, 李小林, 等. 结冷胶对小麦粉及面筋蛋白的影响[J]. 中国食物与营养, 2018(10): 39-42.
  - [14] 唐英明, 徐丹, 辛松林, 等. 响应面法优化秋葵马芬的制作工艺[J]. 美食研究, 2018, 35(2): 39-43.

## Effect of whole millet flour on dough characteristics and mantou quality

FENG Minghui, MENG Tian, HUANG Kaizheng, WANG Ling, LI Xiang\*

(Cooking School, Sichuan Tourism College, Chengdu, Sichuan 610100, China)

**Abstract:** Based on the basic formula and process conditions optimized using orthogonal test, the nutritional composition, farinographic properties, tensile properties, texture, and sensory quality were analyzed for wheat doughs substituted by 5%, 10%, 15% and 20% of whole millet flour. The results showed that the addition of whole millet flour enriched the nutrient composition of the products and the addition amount had little effect on the formation time and stability time of the dough. The water absorption decreased, weakness enhanced and the taste of mantou deteriorated with the adding amount of whole millet flour. The sensory evaluation suggested that 15% was the appropriate substitution ratio.

**Key words:** whole millet powder; wheat flour; dough characteristics; steamed bread quality; food nutrition  
(责任编辑: 赵勇)