

# 高筋粉添加量对复配粉的糊化特性及 面团流变学特性的影响

陈舒唱, 沈阿倩, 冯作山, 白羽嘉, 任贵平, 黄文书

(新疆农业大学食品科学与药学学院, 新疆乌鲁木齐 830052)

**摘要:** 为了改善市售小麦粉(蛋白质 10.3%)制作油塔子的面团特性,在市售小麦面粉(以下简称小麦粉)中添加不同比例高筋粉(蛋白质 12%),测定复配粉的基本性质、糊化特性以及面团流变学特性。结果表明,随着高筋粉添加量增加,复配粉的白度显著增加( $p<0.05$ ),蛋白质干基、湿面筋含量和水分均呈上升趋势,灰分变化并不显著( $p<0.05$ );复配粉的峰值黏度、最低黏度、最终黏度随着高筋粉添加量的增加而下降,在高筋粉添加量为 40%时,衰减值及回升值均达到最低,为 850.50 cp、1035.50 cp;添加高筋粉降低了小麦粉的面团形成时间和稳定时间,弱化程度反而升高;高筋粉添加量为 40%时,复配粉的拉伸曲线面积、拉伸阻力、延伸度均为最高,分别是 122.05 cm<sup>2</sup>、341.75 BU、179.30 mm。结论说明高筋粉对市售面粉粉质特性、糊化特性、面团拉伸特性均有影响,制作油塔子面团高筋粉的添加量以 40%为宜。

**关键词:** 高筋粉; 近红外; 糊化特性; 流变学特性

文章编号: 1673-9078(2019)08-130-135

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.8.020

## Effect of High Gluten Powder Content on Gelatinization and Rheological Properties

CHEN Shu-chang, SHEN A-qian, FENG Zuo-shan, BAI Yu-jia, REN Gui-ping, HUANG Wen-shu

(College of Food Science and Pharmacy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

**Abstract:** In order to improve the dough characteristics of the Oil Tower made from commercially available wheat flour (10.3% protein), the commercial wheat flour (hereinafter referred to as wheat flour) was added to different proportion of high-gluten flour(12% protein). The basic properties, gelatinization characteristics and dough rheological characteristics of the mixed flour were determined. The results showed that with the increase of the amount of high-gluten powder, the whiteness of the composite powder increased significantly ( $p<0.05$ ), and the content and moisture of protein dry base and wet gluten showed an upward trend, while the ash content changed slightly ( $p<0.05$ ). The peak viscosity, minimum viscosity, and final viscosity of the composite powder decreased with the increase of the amount of high-gluten powder added. When the addition of high-gluten powder was 40%, the attenuation value and reappreciation reached the minimum values, which were 850.50 cp and 1035.50 cp, respectively. With the addition of high-gluten flour, the time of dough formation and wheat flour stabilization were reduced, but the weakening degree increased. when the addition of high-gluten powder was 40%, the tensile area, tensile resistance and elongation of the composite powder increased to 122.05 cm<sup>2</sup>, 341.75 BU, 179.30 mm, respectively. The results showed that high gluten powder had influence on the quality, gelatinization and dough stretching properties of flour sold in the market. The addition of 40% high gluten flour was appropriate condition to make oil tower dough.

**Key words:** high-gluten flour; near-infrared; pasting properties; rheological properties

油塔子是我国新疆少数民族喜爱的一种面制品,油塔子对面团要求较高,需要采用韧性大,延展性好的面团,且在制作过程中不易断裂。高筋粉又被称为强力粉、高蛋白质粉,它的蛋白质和面筋含量高,适

合做面包、部分起酥点心等<sup>[1]</sup>。小麦面粉是人们日常主食的重要原料之一,它可以通过水合作用形成具有独特黏弹性的面团,以满足不同品类、品质的食品加工需求<sup>[2,3]</sup>。

面团是加工面制品的基础,面团流变学特性是小麦粉品质的主要指标之一,是小麦面粉加水面团耐揉性和黏弹性的综合指标,直接影响面团的加工品质和最终产品的质量<sup>[4-6]</sup>。目前,已有许多研究人员对复配

收稿日期: 2019-04-11

基金项目: 国家重点研发计划重点专项项目(2018YFD0400103-1)

作者简介: 陈舒唱(1993-),女,在读硕士,研究方向:农产品加工

通讯作者: 黄文书(1975-),女,博士,教授,研究方向:农产品加工

粉的面团流变学特性进行了研究, Mamata 等<sup>[7]</sup>将不同比例的小米粉与小麦粉混合, 制作成了高纤维功能性面包, 提高小麦面包的营养价值; 康志敏等<sup>[8]</sup>将青麦粉代替不同比例的馒头专用粉, 结果表明青麦粉添加量 10% 时面团特性较好, 青麦馒头制作品质最佳; Coda 等<sup>[9]</sup>研究发现, 将不同比例的蚕豆粉代替小麦粉, 蚕豆粉的添加影响了面包的结构, 导致面包的体积略微减少, 硬度增大; 祝莹等<sup>[10]</sup>不同比例的大麦粉替代低筋小麦粉, 制成薄脆饼干, 增加了饼干中膳食纤维含量; Attabi 等<sup>[11]</sup>将不同比例的大麦粉替代小麦粉, 添加了 15% 和 25% 的大麦粉的面包显示出更多的不均匀和更大的孔。申瑞玲等<sup>[12]</sup>研究不同杂粮粉与小麦粉进行复配, 建议制作杂粮制品时, 应根据产品需求选择合适的杂粮和添加量进行复配。

目前市售面粉中, 只有面包粉、饺子粉、蛋糕粉、饼干粉等专用面粉, 这些专用面粉并不适合制作油塔子。本文主要研究在市售小麦粉中添加不同比例高筋粉(0%、10%、20%、30%、40%、50%和 60%)进行复配, 配制适合油塔子加工的面团, 以期进行深入探究适宜工业化生产的油塔子提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料

市售小麦面粉(蛋白质 10.3%), 中粮八一面业有限公司产品; 高筋粉(蛋白质 12%), 金健米业股份有限公司; 加碘日晒自然盐, 中盐上海市盐业有限公司产品; 其它试剂均为分析纯及以上。

### 1.2 主要仪器与设备

JEA202 型电子天平, 上海浦春计量仪器有限公司; DA7250 型近红外谷物分析仪, 瑞典波通仪器有限公司; RVA-TECMASTER 快速粘度仪, 澳大利亚 Nvowport 公司; MA35A 型快速水份测定仪, 赛多利斯科学仪器公司; B10114 粉质仪, 德国 Brabender 公司; 860702 型电子式拉伸仪, 德国 Brabender 公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 复配粉的制备

为了能够充分分析高筋粉对市售小麦粉面团特性的影响, 对高筋粉添加量进行较大的一个梯度设计。参考张海华等配粉方法<sup>[13]</sup>, 将小麦粉与高筋粉按不同比例(高筋粉占复配面粉质量的 0%、10%、20%、30%、40%、50%和 60%)进行充分的干粉搅拌混合, 以确保混合均匀, 常温下放置 24 h。

#### 1.3.2 复配粉基本指标的测定

采用近红外谷物分析仪对复配粉进行快速检测, 所检测指标有白度、蛋白干基、灰分、湿面筋含量、水份。

#### 1.3.3 糊化特性的测定

参照 GB/T 24853-2010《小麦、黑麦及其粉类和淀粉糊化特性测定 快速黏度仪法》, 用 RVA-TECMASTER 快速粘度仪测定混合粉的(糊化温度、峰值粘度、峰值时间、最低粘度、最终粘度、衰减值、回生值等)糊化指标。准确称取  $3.5 \pm 0.01$  g 混合粉, 转移到样品筒中, 量取  $25.0 \pm 0.01$  mL 蒸馏水(按 14.0% 湿基校正)加入样品筒中, 将搅拌器置于样品筒中上下快速搅动 10 次, 使样品分散, 置于 RVA 仪中。然后根据 RVA 曲线获得糊化特性参数, 整个测试时间需要 13 min。

#### 1.3.4 粉质特性的测定

参照国标 GB/T 14614-2006 并进行适当修改: 称取一定量的样品面粉置于和面钵中, 并加入一定量的水, 在搅拌器中进行搅拌, 使面团的稠度达到  $500 \pm 20$  FU, 面团依次经过形成、稳定和弱化三个主要阶段。通过粉质仪的软件绘制出粉质曲线, 并计算出样品面粉的指标, 对复配粉面团的品质进行评价。

#### 1.3.5 拉伸特性的测定

参照国标 GB/T 14615-2006 并进行适当修改: 先称一定量的样品面粉置于和面钵中, 然后称取 6 g NaCl 倒入锥形瓶中并加适宜蒸馏水, 搅拌均匀后, 倒入面钵中搅拌 5 min。准确称取 2 个  $150 \pm 0.01$  g 面团置于揉圆器中揉圆, 放入成形器中搓滚成条后, 将两块面团分别放入 30 °C 左右醒发室中进行醒发(醒发时间分别为 45、90、135 min), 依次取出面团并在拉伸台上测试面团的拉伸特性, 所得参数由仪器软件记录。

#### 1.3.6 结果分析

试验结果以均值 $\pm$ 标准偏差( $\bar{x} \pm s$ )表示, 单因素方差分析 ANOVA (one-way analysis of variance) 和多重比较检验分析 Duncans 用 SPSS 统计软件分析处理。

## 2 结果与讨论

### 2.1 高筋粉对小麦粉近红外特性的影响

面粉的白度、蛋白干基、灰分、湿面筋含量、水份是面粉常规检测的主要指标, 也是面粉等级划分的依据。由表 1 可知, 以市售小麦粉作为对照, 随着高筋粉添加量增加, 复配粉的白度显著增加 ( $p < 0.05$ ), 蛋白质干基、湿面筋含量和水分均呈上升趋势, 说明添加高筋粉的复配粉品质逐渐变高。面粉的灰分决定

加工精度,是衡量面粉内在品质的重要指标之一,也就是面粉的灰分越低,加工精度越高<sup>[14]</sup>。由表1可知,复配粉灰分值差异性并不显著( $p>0.05$ ),说明在市售小麦粉中添加高筋粉对复配粉的加工精度影响不大。复配粉中高筋粉添加量为0%、10%、20%、30%和40%、

50%、60%蛋白质干基和湿面筋含量(14%湿基)均呈现显著性差异( $p<0.05$ )。湿面筋含量(14%湿基)是可以反映面粉蛋白质含量以及持水力大小,随着高筋粉添加量增加,复配粉的湿面筋含量逐渐上升,说明复配粉持水力逐渐增大,面筋蛋白的数量有所升高。

表1 高筋粉对小麦粉近红外特性的影响

Table 1 Effect of high-gluten flour on the near-infrared characteristics of wheat flour

添加量/%	白度/%	蛋白干基/%	灰分(0.4~0.6)	湿面筋(14%湿基)	水分/%
0	74.73±0.06 <sup>a</sup>	10.30±0.01 <sup>a</sup>	0.32±0.01 <sup>a</sup>	34.94±0.02 <sup>ab</sup>	12.62±0.10 <sup>a</sup>
10	75.22±0.04 <sup>b</sup>	10.35±0.02 <sup>a</sup>	0.33±0.01 <sup>ab</sup>	34.98±0.54 <sup>ab</sup>	13.37±0.28 <sup>b</sup>
20	75.70±0.09 <sup>c</sup>	10.40±0.06 <sup>ab</sup>	0.35±0.01 <sup>b</sup>	34.53±0.12 <sup>a</sup>	13.95±0.13 <sup>bc</sup>
30	75.91±0.09 <sup>c</sup>	10.36±0.07 <sup>a</sup>	0.34±0.01 <sup>ab</sup>	34.92±0.37 <sup>ab</sup>	14.09±0.52 <sup>cd</sup>
40	76.37±0.35 <sup>d</sup>	10.51±0.01 <sup>bc</sup>	0.33±0.01 <sup>ab</sup>	35.28±0.21 <sup>bc</sup>	14.26±0.06 <sup>cd</sup>
50	76.55±0.03 <sup>d</sup>	10.61±0.08 <sup>c</sup>	0.33±0.01 <sup>ab</sup>	35.51±0.07 <sup>bc</sup>	14.32±0.23 <sup>cd</sup>
60	76.99±0.28 <sup>f</sup>	10.57±0.04 <sup>c</sup>	0.34±0.01 <sup>ab</sup>	35.90±0.09 <sup>c</sup>	14.66±0.08 <sup>d</sup>

注:同列不同小写字母表示差异显著( $p<0.05$ )。下同。

表2 高筋粉对小麦粉糊化特性的影响

Table 2 Effect of high-gluten flour on the gelatinization characteristics of wheat flour

添加量/%	峰值粘度/cP	最低粘度/cP	衰减值/cP	最终粘度/cP	回生值/cP	峰值时间/min	糊化温度/°C
0	2750.00±76.37 <sup>c</sup>	1806.00±59.40 <sup>f</sup>	944.00±16.97 <sup>ab</sup>	3165.50±51.62 <sup>g</sup>	1359.50±7.78 <sup>e</sup>	6.10±0.04 <sup>d</sup>	67.13±0.04 <sup>a</sup>
10	2630.00±9.90 <sup>c</sup>	1692.00±19.80 <sup>e</sup>	938.00±9.90 <sup>ab</sup>	2960.00±7.07 <sup>f</sup>	1268.00±12.73 <sup>d</sup>	6.10±0.04 <sup>d</sup>	67.93±0.04 <sup>ab</sup>
20	2351.00±72.12 <sup>b</sup>	1411.00±8.49 <sup>d</sup>	940.00±63.64 <sup>ab</sup>	2596.00±55.15 <sup>e</sup>	1185.00±46.67 <sup>c</sup>	6.00±0.00 <sup>d</sup>	67.93±0.04 <sup>ab</sup>
30	2131.00±21.21 <sup>a</sup>	1216.00±19.80 <sup>c</sup>	915.00±1.41 <sup>ab</sup>	2346.50±21.92 <sup>d</sup>	1130.50±2.12 <sup>bc</sup>	5.87±0.09 <sup>bc</sup>	67.88±0.04 <sup>ab</sup>
40	2030.00±87.68 <sup>a</sup>	1179.50±10.61 <sup>c</sup>	850.50±98.29 <sup>a</sup>	2265.00±21.21 <sup>c</sup>	1035.50±60.10 <sup>a</sup>	5.80±0.10 <sup>b</sup>	68.70±1.13 <sup>b</sup>
50	2032.50±44.55 <sup>a</sup>	1100.00±8.49 <sup>b</sup>	932.50±36.06 <sup>ab</sup>	2160.50±24.75 <sup>b</sup>	1060.50±16.26 <sup>ab</sup>	5.87±0.00 <sup>bc</sup>	68.73±0.04 <sup>b</sup>
60	2038.00±84.85 <sup>a</sup>	981.00±0.00 <sup>a</sup>	1057.00±84.85 <sup>b</sup>	2065.50±16.26 <sup>a</sup>	1084.50±16.26 <sup>ab</sup>	5.60±0.10 <sup>a</sup>	67.43±0.60 <sup>a</sup>

## 2.2 高筋粉对小麦粉糊化特性的影响

研究表明,小麦粉的一些糊化特性,均在一定程度上影响面条、馒头等面制品的外观特征和食用品质<sup>[15]</sup>。由表2可知,当高筋粉含量从0%提高到60%时,复配样品的峰值粘度逐渐下降,峰值粘度从2750.00 cP降至2038.00 cP,降低了712.00 cP,高筋粉添加量为0%、10%、20%之间峰值粘度差异性显著( $p<0.05$ ),高筋粉添加量达到30%以后差异并不显著( $p>0.05$ )。不同添加量之间的最低粘度呈现显著差异( $p<0.05$ )。在小麦淀粉中,直链淀粉所占比例为25%~28%,支链淀粉所占比例为72%~75%<sup>[16]</sup>。不同面筋含量小麦粉中直链淀粉含量随小麦粉面筋蛋白含量升高,而支链淀粉下降,直、支链淀粉含量的不同导致了不同面筋含量小麦粉中淀粉理化特性的差异性,一定条件下支链淀粉添加量与各项黏度值呈显著正相关<sup>[17-18]</sup>。高筋粉添加量的增加降低了复配粉中支链淀粉含量,导致复配粉的峰值黏度与最低黏度、最终黏度均呈现下降趋势。

衰减值主要反映淀粉糊的热稳定性,衰减值越大,则淀粉糊稳定性越差<sup>[19]</sup>。由表1得,在高筋粉添加量为40%时,衰减值达到最低,为850.50 cp,随后复配粉衰减值呈现上升趋势,差异性并不显著( $p>0.05$ )。回生值表示最高黏度与最低黏度的差值,它反映淀粉分子重结晶程度,回生值越小,抗老化能力越强。高筋粉蛋白质含量高于市售小麦粉,高筋粉的添加使复配粉中蛋白质含量增加,蛋白质和淀粉间的相互作用增强,有助于维持淀粉结构稳定,能够阻碍淀粉分子的重新聚集,降低回生值<sup>[20]</sup>。高筋粉添加量为40%时,回生值最低,相对于空白小麦粉降低了23.8%,说明此时面团的黏度大,抗老化能力强。随着复配粉中高筋粉含量的增加,淀粉的峰值时间呈现逐渐下降趋势,由6.1 min下降至5.6 min,相差了0.5 min,面筋蛋白的添加量对淀粉的峰值时间是具有显著影响( $p<0.05$ ),说明面筋蛋白添加量有缩短峰值时间的作用,这与陈建省<sup>[21]</sup>等人研究结果基本一致。随着高筋粉添加量增加,复配粉的糊化温度变化不显著( $p>0.05$ )。故在实际应用中可将高筋粉用于油塔子面

团中降低回生速率, 延长产品的货架寿命。

### 2.3 高筋粉对面团粉质特性的影响

表3 高筋粉对面团粉质特性的影响

Table 3 Effect of high-gluten flour on dough characteristics

添加量/%	吸水率/%	面团形成时间/min	面团稳定时间/min	弱化程度/BU	粉质质量指数
0	63.4	6.2	9.0	22	112
10	63.1	5.7	9.3	24	108
20	61.7	5.7	9.4	29	103
30	61.7	5.5	8.7	32	96
40	61.5	6.0	8.5	34	96
50	61.2	2.7	8.6	31	100
60	61.4	5.3	8.2	35	95

粉质特性是面粉加水和面形成面团的耐柔性和粘弹性的综合表现, 不仅决定了面制品加工过程中面团的可操作性能, 而且对最终产品的品质具有重要影响<sup>[22]</sup>。吸水率表示制作面团时, 复配粉的吸水能力以及淀粉颗粒完整度。由表3可知, 随着高筋粉添加量增加, 复配粉的吸水率呈现逐渐下降的趋势, 说明复配粉淀粉颗粒越来越大, 吸水能力减弱。

弱化度是表征面团搅拌过程中的破坏速率, 代表面筋的强弱, 弱化度越大, 面筋越弱<sup>[23]</sup>。随着高筋粉添加量增加, 面团的弱化程度呈现整体上升趋势, 说明面团韧性降低, 面筋强度变弱, 复配粉品质呈现劣变的趋势。形成时间是从开始加水到面团稠度达到最大值时所需揉混的时间, 一般形成时间越长, 表示面粉筋力越强<sup>[24]</sup>。面粉粉质的形成时间是水和面粉在搅拌的过程中充分形成面筋的时间, 形成时间与面筋蛋白以及面粉的粒度均有联系。添加50%高筋粉时, 面团的形成时间显著达到最低值, 为2.7 min。说明添复配粉中高筋粉比例为50%时, 复配面粉吸水快, 揉成面团时间减小, 面团呈现恶化趋势。有关于高筋粉添加量对面筋网络结构机理的影响还有待进一步研究。

面团稳定性是粉质仪测定的最重要指标, 稳定时间越长, 面团韧性就越好, 面筋的强度越大, 面团操作性能越好<sup>[25]</sup>。由表3可知, 随着高筋粉的含量增多面团的稳定时间呈现先上升后下降的趋势, 稳定时间长, 表明其筋力较强, 耐柔性较好。不过, 稳定时间太长, 小麦粉筋力过强会导致面筋网络不能完全形成, 而且面团起发慢, 面团不能充分醒发<sup>[26]</sup>。添加不同比例高筋粉与对照相比, 其粉质质量指数变化不明显。

表4 高筋粉对面团拉伸特性的影响

Table 4 Effect of high-gluten flour on tensile properties of dough

添加量/%	醒发时间/min	拉伸曲线面积/cm <sup>2</sup>	拉伸阻力/BU	延伸度/mm	拉伸比例
0	45	118.85±0.07 <sup>fg</sup>	308.75±3.18 <sup>defgh</sup>	186.50±1.27 <sup>f</sup>	1.66±0.03 <sup>cdef</sup>
	90	110.70±11.31 <sup>def</sup>	323.00±41.01 <sup>fgh</sup>	170.70±2.97 <sup>bcd</sup>	1.89±0.21 <sup>efg</sup>
	135	106.60±3.68 <sup>bcde</sup>	337.75±0.35 <sup>h</sup>	167.40±3.82 <sup>bc</sup>	2.02±0.04 <sup>g</sup>
10	45	100.05±1.77 <sup>abcd</sup>	285.00±2.83 <sup>bcdef</sup>	171.25±0.78 <sup>bcd</sup>	1.67±0.01 <sup>cdef</sup>
	90	102.70±5.09 <sup>abcde</sup>	313.50±4.95 <sup>efgh</sup>	166.60±7.78 <sup>bc</sup>	1.89±0.12 <sup>efg</sup>
	135	98.20±4.38 <sup>abc</sup>	326.75±2.47 <sup>gh</sup>	157.25±3.32 <sup>a</sup>	2.08±0.03 <sup>g</sup>
20	45	92.45±2.76 <sup>a</sup>	239.25±18.74 <sup>a</sup>	182.45±2.19 <sup>ef</sup>	1.32±0.12 <sup>a</sup>
	90	112.95±9.97 <sup>efg</sup>	316.00±12.73 <sup>efgh</sup>	174.55±6.43 <sup>cde</sup>	1.82±0.01 <sup>defg</sup>
	135	100.30±0.85 <sup>abcd</sup>	287.25±15.91 <sup>bcdefg</sup>	175.90±6.79 <sup>cde</sup>	1.65±0.16 <sup>cde</sup>
30	45	105.55±0.21 <sup>bcde</sup>	280.00±0.00 <sup>bcde</sup>	184.75±0.78 <sup>f</sup>	1.52±0.01 <sup>abc</sup>
	90	109.80±2.83 <sup>cdef</sup>	326.50±6.36 <sup>gh</sup>	169.40±4.95 <sup>bc</sup>	1.93±0.10 <sup>fg</sup>
	135	103.55±3.32 <sup>abcde</sup>	318.00±9.90 <sup>efgh</sup>	167.60±0.14 <sup>bc</sup>	1.90±0.06 <sup>efg</sup>
40	45	95.90±3.11 <sup>ab</sup>	265.75±10.25 <sup>abc</sup>	175.20±1.27 <sup>cde</sup>	1.52±0.07 <sup>abc</sup>
	90	99.95±8.70 <sup>abcd</sup>	320.50±26.16 <sup>fgh</sup>	162.25±4.03 <sup>ab</sup>	1.98±0.11 <sup>g</sup>
	135	122.05±0.21 <sup>g</sup>	341.75±3.89 <sup>h</sup>	179.30±1.7 <sup>def</sup>	1.91±0.04 <sup>efg</sup>
50	45	94.85±1.34 <sup>ab</sup>	251.50±0.71 <sup>ab</sup>	185.55±2.33 <sup>f</sup>	1.36±0.01 <sup>ab</sup>
	90	99.80±4.10 <sup>abcd</sup>	305.00±8.49 <sup>cdefgh</sup>	168.55±3.04 <sup>bc</sup>	1.81±0.01 <sup>defg</sup>
	135	103.90±2.83 <sup>abcde</sup>	317.50±3.54 <sup>efgh</sup>	168.00±4.38 <sup>bc</sup>	1.89±0.07 <sup>efg</sup>
60	45	92.85±1.06 <sup>a</sup>	272.50±3.54 <sup>abcd</sup>	170.75±3.32 <sup>bcd</sup>	1.60±0.05 <sup>bcd</sup>
	90	96.35±8.84 <sup>ab</sup>	305.00±48.08 <sup>cdefgh</sup>	162.45±3.32 <sup>ab</sup>	1.88±0.34 <sup>efg</sup>
	135	106.60±4.24 <sup>bcde</sup>	325.50±0.71 <sup>gh</sup>	170.20±5.23 <sup>bcd</sup>	1.92±0.06 <sup>efg</sup>

## 2.4 高筋粉对面团拉伸特性的影响

小麦面筋主要由麦醇溶蛋白和麦谷蛋白组成, 面团拉伸特性参数既反映麦谷蛋白赋予面团的强度和抗延伸阻力, 使面筋具有良好的弹性, 又反映麦醇溶蛋白提供的易流动性和延伸性, 使面筋具有较好的黏性<sup>[27,28]</sup>。通过对表 4 的分析发现高筋粉所包含的蛋白参与了面筋网络的形成, 使面团筋力增强, 高筋粉添加量的不同对复配粉影响程度不同。面团的拉伸曲线面积表示拉伸面团时所需要的总能量, 反映了面团弹韧性大小, 拉伸曲线的面积越大, 能量就越大。一般筋力强的面团其拉伸所需要的总能量会大于筋力弱的面团。由表 4 可知, 拉伸曲线面积在高筋粉含量为 40% 达到最高值, 相对于空白小麦粉面团升高了 14.49%, 随后下降, 说明高筋粉含量为 40% 时, 复配粉筋力较强, 质量相对较好。拉伸阻力表示面团的筋力和强度, 最大拉伸阻力表示面团韧性的强弱, 一定的拉伸阻力可以维持面团内的体积<sup>[29]</sup>, 随着高筋粉添加量的增加, 复配粉的拉伸阻力呈现“低-高-低-高”的变化趋势, 在高筋粉含量为 40% 时达到最大值, 为 341.75 BU, 此时面团的韧性和筋度达到最大。由此推断在高筋粉添加量为 40% 时, 符合油塔子面团制作的需求。

由表 4 可知, 在高筋粉含量为 10% 时延伸度达到最低值, 随后升高, 说明随着高筋粉添加量增加面团的延展性和可塑性越来越好。拉伸比例表示面团拉伸阻力与拉伸长度的关系, 反映面团抗拉伸与延伸性之间的平衡关系, 它将面团拉伸阻力与延伸度两个指标综合起来判断面粉品质<sup>[30,31]</sup>。由表 4 可知, 随着高筋粉添加量增加, 面团的拉伸比例总体上呈下降趋势差异并不显著 ( $p>0.05$ ), 说明随着高筋粉添加量增加面团的发酵也会逐步变软, 面团的流散性增大, 面筋网络膨胀能力增强。总而言之, 这种复配粉品质特性适应油塔子制作要求。

## 3 结论

在市售面粉中添加高筋粉后, 复配粉中的面筋含量升高, 面筋蛋白增多, 由于面筋蛋白具有亲水性, 能增强面团面筋的网络结构, 改善市售小麦粉面团的流变学特性。复配粉的白度显著增加 ( $p<0.05$ ), 蛋白质干基、湿面筋含量和水分均呈上升趋势, 灰分变化并不显著 ( $p>0.05$ ), 高筋粉的添加一定程度上优化了复配粉品质。复配粉中的峰值黏度、最低黏度、最终黏度均随着高筋粉添加量的增加而下降。在高筋粉添加量为 40% 时, 衰减值、回升值达到最低, 淀粉颗粒相对稳定, 增强面团筋力。在高筋粉含量为 40% 时面

团的拉伸阻力达到最大值, 为 341.75 BU, 此时面团的韧性和筋度达到最佳, 稳定了面团网络结构。适量添加高筋粉对复配粉面团流变学特性具有改良效果, 添加量过大, 会破坏面团网状结构, 对面团流变学特性会有恶化作用。将高筋粉添加到市售小麦粉中制作油塔子面团时, 添加量以 40% 为宜, 增强了市售小麦粉的品质和抗老化能力, 优化其加工性能, 具有广阔的发展前景。

## 参考文献

- [1] GB/T 17320-2013. 小麦品种品质分类[S]. 北京: 标准出版社, 2013  
GB/T 17320-2013. Wheat Variety Quality Classification [S]. Beijing: Standard Press, 2013
- [2] Belton P S, Colquhoun I J, Grant A, et al. FT-IR and NMR studies on the hydration of a high-Mr subunit of glutenin [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 1995, 17(2): 74-80
- [3] Kontogiorgos V. Microstructure of hydrated gluten network [J]. Food Research International, 2011, 44(9): 2582-2586
- [4] 王显伦, 任顺成, 潘思轶, 等. 木聚糖酶对面团流变性和热力学特性的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(7): 26-29  
WANG Xian-lun, REN Shun-cheng, PAN Si-yi, et al. Effects of xylanase on rheological properties and thermodynamic properties of dough [J]. Food Science, 2015, 36(7): 26-29
- [5] Johansson E, Svensson G, Tsegaye S. Genotype and environment effects on bread-making quality of Swedish-grown wheat cultivars containing high-molecular-weight glutenin subunits [J]. Soil and Plant Science, 1999, 49(4): 225-233
- [6] 杨铭铎, 张玲, 韩春然, 等. 乳清粉对冷冻面团的流变学特性及发酵能力的影响[J]. 现代农业科技, 2009(23): 349-350  
YANG Ming-duo, ZHANG Ling, HAN Chun-ran, et al. Effects of whey powder on rheological properties and fermentation ability of frozen dough [J]. Modern Journal of Agricultural Science and Technology, 2009(23): 349-350
- [7] Mamata M, Nirmala Y, Valerie O. Quality evaluation of little millet (*Panicum miliare*) incorporated functional bread [J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52(12): 8357
- [8] 康志敏, 张康逸, 杨妍, 等. 青麦粉添加对面团热机械学性质及馒头品质的影响[J]. 包装与食品机械, 2019, 37(1): 11-16  
KANG Zhi-min, ZHANG Kang-yi, YANG Yan, et al. Effects of wheat flour addition on thermomechanical properties of dough and steamed bread quality [J]. Packaging and Food Machinery, 2019, 37(1): 11-16

- [9] Coda R, Varis J, Verni M, et al. Improvement of the protein quality of wheat bread through faba bean sourdough addition [J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2017, 82: 296-302
- [10] 祝莹,孙鑫娟,赵延胜,等.大麦粉对面团特性及薄脆饼干品质的影响[J].现代食品科技: 2019,35(3):33-37  
ZHU Ying, SUN Xin-juan, ZHAO Yan-sheng, et al. Effects of barley flour on dough characteristics and quality of crackers [J]. *Modern Food Science and Technology*: 2019, 35(3): 33-37
- [11] Al-Attabi Z H, Merghani T M, Ali A, et al. Effect of barley flour addition on the physico-chemical properties of dough and structure of bread [J]. *Journal of Cereal Science*, 2017, 75: 61-68
- [12] 申瑞玲,杨媚,杜文娟,等.几种杂粮粉面团流变学特性的研究[J].食品工业科技,2017,38(10):108-113,118  
SHEN Rui-ling, YANG Mei, DU Wen-juan, et al. Study on rheological properties of several kinds of grain doughs [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2017, 38(10): 108-113, 118
- [13] 张海华,朱跃进,张士康,等.茶多酚对高筋粉面团流变特性的影响[J].食品科学,2016,37(13):42-46  
ZHANG Hai-hua, ZHU Yue-jin, ZHANG Shi-kang, et al. Effect of tea polyphenols on rheological properties of high-gluten flour dough [J]. *Food Science*, 2016, 37(13): 42-46
- [14] Mcdonough C M, Floyd C D, Waniska R D, et al. Effect of accelerated aging on maize, sorghum and sorghum meal [J]. *Journal of Cereal Science*, 2004, 39(3): 351-361
- [15] 张景渠.关于面粉灰分与面粉内在品质的关联的探讨[J].粮食加工,2019,44(1):32-34  
ZHANG Jing-qu. Discussion on the Relationship between flour ash and intrinsic quality of flour [J]. *Cereal Processing*, 2019, 44(1): 32-34
- [16] Colonna P, Buleon A. New insights on starch structure and properties.[J]. *Molecular Physics*, 1992, 27(4): 903-915
- [17] 雷宏,王晓曦,曲艺,等.小麦粉中的淀粉对其糊化特性的影响[J].粮食与饲料工业,2010,10:8-11  
LEI Hong, WANG Xiao-xi, QU Yi, et al. Effect of starch in wheat flour on its gelatinization characteristics [J]. *Cereal and Feed Industry*, 2010, 10: 8-11
- [18] 杨月月.不同面筋含量小麦淀粉及蛋白质特性分析[D].河南工业大学,2018  
YANG Yue-yue. Analysis of wheat starch and protein characteristics of different gluten content [D]. Henan University of Technology, 2018
- [19] 杨文建,俞杰,孙勇,等.添加金针菇粉、茶树菇粉对面团流变学特性的影响[J].食品科学,2014,35(23):43-47  
YANG Wen-jian, YU Jie, SUN Yong, et al. Effects of adding *Flammulina velutipes* and tea tree mushroom powder on rheological properties of dough [J]. *Food Science*, 2014, 35(23): 43-47
- [20] 王军,程晶晶,王周利,等.黑小豆超微全粉对面团流变学特性及馒头品质的影响[J].中国食品学报,2019,19(1):103-110  
WANG Jun, CHENG Jing-jing, WANG Zhou-li, et al. Effects of ultramicro powder of black adzuki bean on dough rheological properties and steamed bread quality [J]. *Chinese Journal of Food Science*, 2019, 19(1): 103-110
- [21] 陈建省,田纪春,吴澎,等.不同筋力面筋蛋白对小麦淀粉糊化特性的影响[J].食品科学,2013,34(3):75-79  
CHEN Jian-sheng, TIAN Ji-chun, WU Peng, et al. Effects of different gluten proteins on gelatinization characteristics of wheat starch [J]. *Food Science*, 2013, 34(3): 75-79
- [22] 马娟,吴艳,郭锐,等.乳清粉对高筋粉热力学和糊化特性及面团流变学特性的影响[J].现代食品科技,2016,32(10):96-101  
MA Juan, WU Yan, GUO Rui, et al. Effects of whey powder on thermodynamics and pasting properties of high-gluten powder and rheological properties of dough [J]. *Modern Food Science and Technology*, 2016, 32(10): 96-101
- [23] 荆鹏,郑学玲,刘翀,等.面条制作中面絮特性与面团流变学特性的关系研究[J].现代食品科技,2014,30(9):73-78,191  
JING Peng, ZHENG Xue-ling, LIU Chong, et al. Relationship between facial floc characteristics and dough rheological properties in noodle making [J]. *Modern Food Science and Technology*, 2014, 30(9): 73-78, 191
- [24] 乔艳秋,徐颖,王展,等.芽麦粉添加量对中筋粉面团特性的影响[J].食品工业科技,2018,39(16):49-53,58  
QIAO Yan-qiu, XU Ying, WANG Zhan, et al. Effect of the addition amount of bud wheat flour on the characteristics of medium-gluten flour dough [J]. *Food Industry Science and Technology*, 2018, 39(16): 49-53, 58
- [25] 张园园,卢宇,阿荣,等.藜麦粉对小麦面团流变学特性的影响[J].食品科技,2016,41(6):159-163  
ZHANG Yuan-yuan, LU Yu, A Rong, et al. Effect of buckwheat flour on rheological properties of wheat dough [J]. *Food Science and Technology*, 2016, 41(6): 159-163

(下转第 20 页)