

混合粉组成与米发糕品质特性相关性研究

杨杨 李次力 陈凤莲 刘琳琳 张光 孙冰玉 石彦国*

(哈尔滨商业大学食品工程学院, 黑龙江省普通高等学校食品科学与工程重点实验室, 黑龙江哈尔滨

150076)

摘要：为制得良好品质的米发糕，通过将高筋小麦粉与大米粉混合，并调整混合粉中大米粉与蛋白质的比例，分析了混合粉特性、面团粉质特性及米发糕质构特性之间的相关性。结果表明，混合粉中蛋白质含量与比容呈显著正相关，与咀嚼性呈显著负相关；支链淀粉含量对米发糕影响较大，与咀嚼性呈显著正相关；当混合粉中大米粉含量为 70 %时，米发糕的比容最大，质构特性较佳，为米发糕后续实验提供理论依据。

关键词：米发糕；组成；质构特性；相关性

Study on correlation between composition of mixed powder and quality characteristics of fermented rice cake

YANG Yang LI Ci-li CHEN Feng-lian LIU Lin-lin
ZHANG Guang SUN Bing-yu SHI Yan-guo*

(Heilongjiang Key Laboratory of Food Science and Engineering ,College of Food Engineering ,Harbin
University of Commerce ,Harbin,Heilongjiang150076,China)

Abstract: The correlations among the properties of mixed powder, farinographical properties of dough , textural properties of fermented rice cake were analyzed by mixing the high gluten flour with rice flour, and adjusting the proportion of rice flour and pretein in the mixed powder in order to produce the fermented rice cake with good quality in this paper. The results showed that the correlation between the protein content in mixed powder and the specific volume was significant positive one. However, the correlation between the protein content in mixed powder and the chewiness displayed the significant negtive one. Amylopectin content had a impact on fermented rice cake ,the correlation between the amylopectin content and chewiness displayed the significant positive one. When the rice flour content was 70% ,fermented rice cake had the best value of specific volume and texture properties

are well .To provide a theoretical basis for subsequent experiments of fermented rice cake.

Key words:fermented rice cake; composition;texture property; correlation

中图分类号: TS213.3 文献标识码: A

作者简介: 杨杨 (1991—), 女, 硕士研究生, 研究方向: 稻米食品加工, 邮箱: 13766948050@163.com。

*通讯作者: 石彦国 (1960—), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向: 谷物与大豆化学及加工原理, 邮箱: yanguosh@163.com。

基金项目: 本文获得 2014 年黑龙江省应用技术与开发计划课题“稻米食品加工关键技术研究 (GA14B201)”资助

米发糕是我国传统的大米发酵食品, 经浸泡、磨浆、添加发酵剂、注模、发酵并利用水蒸汽汽蒸而形成, 其成品具有蜂窝状结构、口感松软, 有发酵产生的特殊的、令人愉悦的气味, 易于被人体消化吸收^[1-2]。由于其传统的手工作坊式生产周期长、生产过程中人为因素影响大, 使得产品质量不稳定, 导致米发糕生产尚无统一、明确的原料标准和适宜的评价方法^[3]。在米发糕生产过程中, 由于大米粉中蛋白质不能形成面筋网络, 没有良好的保持气体的性能, 不具备形成发酵面团的条件。同时, 传统米发糕中淀粉含量较多, 蛋白质含量较少, 使得米发糕营养价值也有所降低。因此, 本实验将大米粉与高筋粉以适当比例混合, 可以弥补大米粉缺乏面筋蛋白的不足。

本研究通过对大米粉与高筋小麦粉混合粉理化特性、粉质特性及其所加工米发糕品质进行研究, 对三者之间进行相关性分析, 确定最佳的米发糕生产混合粉, 通过工艺优化出米发糕最佳生产工艺, 为米发糕大规模工业化生产提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与amp;仪器

粳稻大米粉 (蛋白质含量: 4.38%; 直链淀粉含量: 19.21%; 支链淀粉含量: 68.08%; 损伤淀粉含量: 0.82%): 黑龙江东方粮油方正有限公司; 高筋粉 (蛋白质含量: 11.60%; 直链淀粉含量: 16.25%; 支链淀粉含量: 50.17%; 损伤淀粉含量: 1.23%): 北大荒集团有限公司; 酵母: 安琪酵母股份有限公司; 绵白糖、谷朊粉: 均为市售。直链淀粉、支链淀粉标样: 南京生利德生物科技有限公司; α -淀粉酶: 北京奥博星生物技术有限责任公司; 碘化钾、碘、无水乙醇、盐酸、甲基红、乙醚、甲醇、氢氧化钠、乙酸钠、冰乙酸、浓硫酸、钨酸钠、硫代硫酸钠、铁氰化钾、硫酸铜、硫酸钾等均为分析纯。

722E 型可见分光光度计 上海光谱仪器有限公司; 自动凯氏定氮仪 上海纤检仪器有限公司; BSA3202S 型电子天平 赛多利斯科学仪器有限公司;

CS-B5A 型搅拌机 广州市番禺区昌盛机电设备有限公司；LSH-80HC-1 型恒湿恒温箱 上海一恒科学仪器有限公司；TA.new plus 型物性测试仪 上海瑞玢国际科技有限公司；Brabender 粉质仪 德国 Brabender 公司；2051724-S3A 型快速黏度分析仪(RVA) 澳大利亚科学仪器公司 Newport；Pyris1 型差示热扫描仪 英国 Perkin-Elmer 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 混合粉制备

大米粉与高筋粉充分混合，大米粉的比例分别占总量的 50%、60%、70%、80%、90%、100%。

1.2.2 混合粉理化特性指标测定

蛋白质含量按 GB5009.5-2010 的方法进行测定；总淀粉含量按 GB/T 5514-2008 方法测定；直链淀粉含量采用 GB/T 15683-2008 方法测定；支链淀粉含量为总淀粉含量与直链淀粉含量之差(损伤淀粉含量较少可忽略不计)；损伤淀粉采用 α -淀粉酶法，参照 GB/T 9826-2008 含量测定法测定。

1.2.3 混合粉糊化特性测定

将 4 mg 混合粉放入坩埚中，加入两倍体积的去离子水，密封，平衡 10 h，使用差示扫描仪测定。测定参数设定：扫描温度为 25~140 °C，升温速率为 10 °C/min，测定时以空坩埚作参照，载气为氮气。

混合粉 RVA 测定按照国际谷物科学与科学技术学会和美国谷物化学技术学会的方法，采用升温程序，电脑自动读取糊化峰值粘度、最低粘度、衰减值、最终粘度、回生值和峰值时间^[4-5]。

1.2.4 面团粉质特性测定

采用 Brabender 粉质仪检测面团粉质特性，参照 GB/T 14614-2006 方法测定，电脑自动形成粉质曲线、评价面团揉和时稳定性和其他特性。

1.2.5 米发糕制作

将原辅料按比例置于搅拌缸中进行搅拌，待形成的面团均匀后，将其放入恒温恒湿箱中发酵，时间为 30min，温度为 36 °C，发酵结束后进行蒸制 20min，蒸制好后冷却，即得成品。

1.2.6 米发糕品质评价

(1) 比容测定

蒸制好的米发糕室温下冷却 30 min 后，采用菜籽置换法进行比容的测定，取 3 次测得的平均值作为米发糕的比容。比容计算公式如下：

$$\text{比容}(\text{mL}/\text{g}) = \text{体积}(\text{mL})/\text{质量}(\text{g})$$

(2) 质构特性测定

采用 TA.new plus 型物性测试仪测定米发糕质构特性。测定条件：测定模式 TPA，测量探头下压探头 P / 50R，测前速度 2 mm / s，测试速度 1 mm / s，测后速度 2 mm / s，弹性形变 60%，引发力 5 g，引发类型自动，获取数率 200 PPS，取 5 次测定的平均值作为米发糕的质构值。

1.2.7 数据处理

采用 SPSS 17.0 和 Excel 2003 软件进行数据处理与分析。

2 结果与分析

2.1 大米粉添加比例对混合粉理化特性影响

本实验采用 6 种不同的比例将大米粉与高筋小麦粉混合，其理化特性见表 1。

表 1 不同比例混合粉理化特性

Table 1 Physicochemical properties of mixed powder with different proportions

| 大米粉添加比例 (%) | 蛋白质含量 (%) | 直链淀粉含量 (%) | 支链淀粉含量 (%) | 损伤淀粉含量 (%) |
|-------------|-----------|------------|------------|------------|
| 50 | 8.24 | 13.78 | 57.24 | 2.86 |
| 60 | 7.98 | 15.99 | 57.95 | 0.46 |
| 70 | 7.54 | 18.25 | 63.78 | 1.37 |
| 80 | 6.23 | 18.67 | 65.67 | 0.91 |
| 90 | 6.14 | 19.41 | 66.66 | 0.91 |
| 100 | 4.90 | 21.50 | 76.20 | 0.91 |

注：蛋白质含量、直链淀粉含量、支链淀粉含量、损伤淀粉含量以干基计。

从表 1 可以看出，蛋白质含量随着大米粉添加量的增加而减少。表明高筋小麦粉含量的降低，导致混合粉面筋含量降低。随着大米粉添加量的增加，混合粉中直链淀粉、支链淀粉的比值也在增大，直链淀粉增加的比例要大于支链淀粉。损伤淀粉含量随着大米粉添加比例的变化数值变化规律不明显，在大米粉添加量为 50% 时，损伤淀粉含量最高（2.86%），其余混合粉中损伤淀粉的含量相对较少。

2.2 大米粉添加比例对混合粉糊化特性影响

表 2 不同比例混合粉 DSC 曲线的热力学参数

Table 2 Thermodynamic parameters of DSC curves of mixed powder with different proportions

| 大米粉添加比例 (%) | 初始温度(°C) | 峰值温度(°C) | 终止温度(°C) | 焓变 (J/g) |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| 50 | 56.84 | 63.91 | 71.92 | -5.07 |
| 60 | 56.56 | 64.20 | 72.34 | -6.35 |
| 70 | 56.28 | 65.05 | 72.68 | -6.70 |
| 80 | 56.86 | 65.57 | 73.65 | -6.37 |
| 90 | 56.97 | 65.42 | 73.23 | -5.96 |
| 100 | 59.49 | 66.23 | 73.01 | -7.54 |

由表 2 可以看出, 6 种比例混合粉的初始糊化温度变化不明显。随着大米粉添加量的增加, 混合粉的初始糊化温度先减小再增加。当大米粉添加比例为 100% 时, 混合粉糊化初始温度最高 (59.49℃)。混合粉糊化峰值温度和终止温度均随着大米粉添加比例的增加先增大再减小, 在大米粉添加比例为 100% 时, 温度最高 (66.23℃)。焓变随着大米粉添加比例的增加先增大再减小, 当大米粉添加比例为 100% 时, 焓变值最大。表明大米粉的糊化速度较面粉糊化要慢。

表 3 不同比例混合粉的糊化特性

Table 3 Gelatinization properties of mixed powder with different proportions

| 大米粉添加比例 (%) | 峰值黏度 (RVU) | 谷值黏度 (RVU) | 最终黏度 (RVU) | 回生值 (RVU) | 衰减值 (RVU) | 峰值时间 (min) |
|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| 50 | 73.79 | 58.71 | 108.71 | 50.01 | 15.09 | 6.00 |
| 60 | 72.50 | 54.25 | 105.96 | 51.71 | 18.25 | 5.87 |
| 70 | 66.67 | 48.88 | 96.42 | 47.55 | 17.80 | 5.93 |
| 80 | 66.21 | 48.54 | 87.92 | 39.38 | 17.67 | 6.00 |
| 90 | 70.71 | 50.00 | 98.84 | 48.84 | 20.71 | 5.97 |
| 100 | 97.67 | 68.59 | 132.21 | 63.63 | 29.08 | 6.17 |

由表 3 可知, 糊化峰值黏度、谷值黏度、最终黏度都随着大米粉含量的增加先减小再增大; 当大米粉添加比例为 100% 时, 混合粉最终黏度均达到最大值。主要是因为大米粉添加比例为 100% 时, 混合粉中全部是颗粒较小的大米粉, 导致混合粉吸水性增加, 进而使其黏度也增加, 此结果与杨晓蓉等结果相似^[6-8]; 衰减值为峰值黏度与谷值黏度的差值, 衰减值越大会导致成品较差; 回生值表示混合粉抗老化能力的大小。混合粉回生值随着大米粉添加比例的增加先增大再减小之后开始继续增大, 在大米粉添加比例为 100% 时, 回生值最大, 这会导致回生现象越显著。

2.3 大米粉添加比例对混合粉粉质特性的影响

表 4 不同比例混合粉的粉质特性

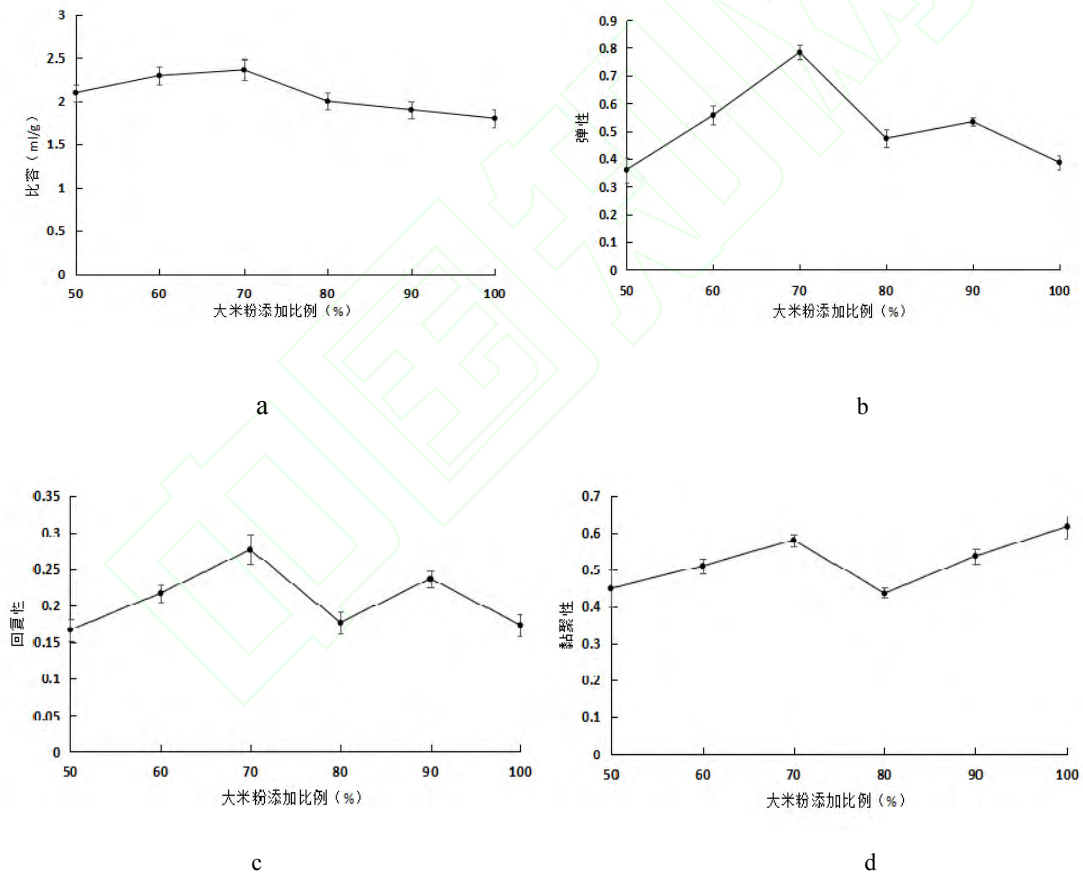
Table 4 Farinographical properties of mixed powder with different proportions

| 大米粉添加比例 (%) | 吸水率 (%) | 形成时间 (min) | 稳定时间 (min) | 弱化度 (FU) | 评价值 (分) |
|-------------|---------|------------|------------|----------|---------|
| 50 | 61.8 | 1.0 | 3.7 | 84 | 74 |
| 60 | 61.8 | 0.7 | 1.5 | 93 | 25 |
| 70 | 61.4 | 0.5 | 0.9 | 150 | 6 |
| 80 | 60.8 | 0.5 | 0.3 | 178 | 4 |
| 90 | 60.8 | 0.4 | 0.1 | 190 | 4 |
| 100 | 60.7 | 0.5 | 0.3 | 155 | 5 |

面团吸水率主要与面筋蛋白质结合水的能力有关^[9]。由表 4 可以看出,随着大米粉添加比例的增加,混合粉的吸水率由 61.8%降至 60.7%。吸水率减小,说明随着大米粉添加比例的增加,面筋蛋白质含量不断减少。当大米粉添加比例为 50~90%时,面团形成时间、稳定时间与评价值随着大米粉添加比例的增加而减小,而面团的弱化度随着大米粉比例的增加而增大。这说明随着大米粉添加比例的增大,面筋网络形成的速度加快,但面筋网络的强度降低^[10],更容易被破坏,当大米粉添加量为 100%时,吸水率最小,形成时间与稳定时间都较短、评价值较差,说明面团性质最差,这将直接影响米发糕成品的品质特性。

2.4 大米粉添加比例对米发糕质构特性的影响

6 种比例混合粉在相同工艺条件下制成米发糕,并测其质构特性,平行 3 次试验,结果见图 1。



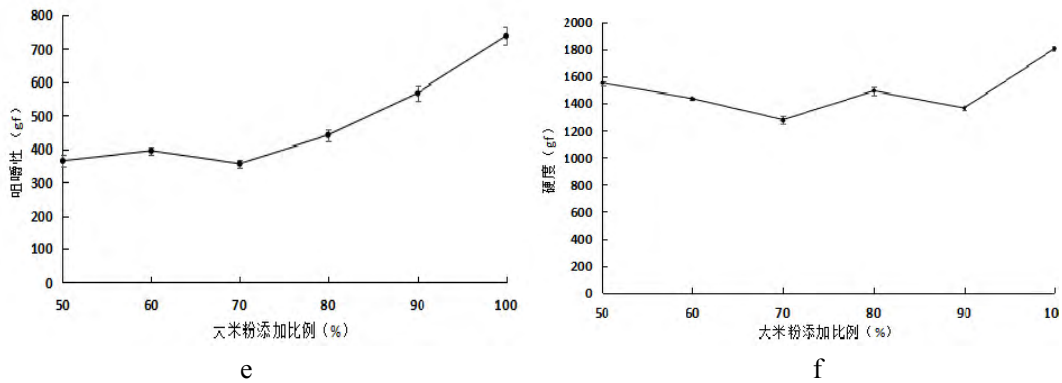


图1 大米粉添加比例对米发糕质构特性的影响

Fig.1 Effect of addition ratio of rice flour on textural properties of fermented rice cake

图1为大米粉添加比例对米发糕质构特性的影响。由图1可见，随着大米粉添加比例的增加，米发糕的比容、弹性、回复性和黏聚性开始增大，当大米粉添加比例为70%时，三者达到最大值：容达（2.3 mL/g）、弹性（0.76）、回复性（0.26）、黏聚性（0.59），之后开始慢慢减小；米发糕的咀嚼性随着大米粉添加比例的增加呈现先增大再减小再增大的趋势，在大米粉添加比例为60~70%时，米发糕咀嚼性较好；从流变学的观点看，硬度增加是淀粉食品老化的重要指标^[11-13]。开始时，米发糕硬度随着大米粉添加比例的增加而减小；当大米粉添加比例为70%时，米发糕硬度最小（1292 gf），之后增大。

在混合粉与水搅拌过程中，由于面筋蛋白含量较高，形成的面筋网络过强，导致成品米发糕的比容、弹性、回复性和黏聚性都较小；当大米粉添加比例由50%到60%时，面筋蛋白含量降低，因此曲线呈上升趋势；当大米粉添加比例为70%时，此时混合粉中蛋白质与淀粉配比较好，与水充分混合形成一种富有黏弹性的三维网络结构，面筋网络中填充着分散的淀粉等颗粒，使得成品具有较好的质构特性，此时，米发糕比容、弹性、回复性都达到最大值，硬度与咀嚼性均为最小值；随着混合粉中大米粉比例的继续增大，面团中面筋蛋白含量减少，淀粉含量持续增加，这会阻碍面筋网络结构的形成，面团发酵效果不好，使得成品米发糕纹理结构不规则，表面不光滑，比容、弹性和回复性曲线呈下降趋势、咀嚼性与硬度的曲线呈上升趋势。

2.5 相关性分析

2.5.1 混合粉理化特性与面团粉质特性相关性

通过数理统计分析，对混合粉理化指标与面团粉质特性进行相关性分析，结果如表5。

表5 混合粉理化特性与面团粉质特性相关性

Table 5 Correlations between physicochemical properties of mixed powder and farinographical properties of dough

| 混合粉理化指标 | 吸水率 | 形成时间 | 稳定时间 | 弱化度 | 粉质评价值 |
|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 蛋白质含量 | 0.947** | 0.698 | 0.761 | -0.749 | 0.675 |
| 直链淀粉含量 | -0.899* | -0.857* | 0.901* | -0.814* | -0.870* |
| 支链淀粉含量 | 0.877* | -0.674 | -0.720 | 0.683 | -0.669 |
| 损伤淀粉含量 | 0.440 | 0.744 | 0.824* | -0.468 | 0.826* |

注：蛋白质含量、直链淀粉含量、支链淀粉含量、损伤淀粉含量以干基计。

**表示在 0.01 水平（双侧）上显著相关，*表示在 0.05 水平（双侧）上显著相关

由表 5 可知，蛋白质含量与吸水率呈非常显著正相关，系数为 0.947；直链淀粉含量与面团吸水率、形成时间、弱化度及粉质评价值有显著负相关性，相关系数分别为：-0.899、-0.857、-0.814 及 -0.870；直链淀粉含量与稳定时间呈显著正相关，系数为 0.901；支链淀粉含量与面团吸水率呈显著正相关，相关系数为：0.877；损伤淀粉含量与面团稳定时间、粉质评价值呈显著正相关，相关系数为 0.824、0.826。面筋蛋白质表面有许多亲水基团，使面团吸水能力增强，吸水率有所提高；直链淀粉基质贯穿整个凝胶网络^[14]，它是构成凝胶的主体，因此直链淀粉对面团的品质具有决定作用^[15-16]，其相关性也较复杂；支链淀粉是外链较长的淀粉，易于老化、粘性大，吸水率高，对形成凝胶的粘弹性有重要作用。

2.5.2 面团粉质特性与米发糕品质相关性

对混合粉面团粉质特性与米发糕品质进行相关性分析，结果如表 6。

表 6 面团质构特性与米发糕品质相关性

Table 6 Correlations between farinographical properties of dough and the quality of fermented rice cake

| 粉质特性 | 比容 | 硬度 | 弹性 | 咀嚼性 | 黏聚性 | 回复性 |
|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 吸水率 | 0.864* | 0.387 | -0.281 | -0.870* | 0.588 | -0.034 |
| 形成时间 | 0.329 | 0.050 | -0.328 | -0.517 | -0.723 | -0.346 |
| 稳定时间 | 0.923 | -0.098 | -0.099 | -0.662 | -0.670 | -0.173 |
| 弱化度 | -0.883* | 0.438 | -0.568 | 0.794 | 0.191 | -0.317 |
| 粉质评价值 | 0.234 | 0.120 | -0.413 | -0.436 | -0.726 | -0.413 |

注：**表示在 0.01 水平（双侧）上显著相关，*表示在 0.05 水平（双侧）上显著相关

由图 6 可知，米发糕面团的吸水率与米发糕的比容呈显著正相关，相关系数为 0.864，与咀嚼性呈显著负相关，相关系数为 -0.870；说明面团的吸水率越高时，米发糕的比容越大，咀嚼性越好。弱化度与比容呈显著负相关，相关系数为 -0.883，弱化度越大导致面团成型越差，比容值越小。弱化度表明面团的耐破坏程度，即对机械搅拌的承受能力。弱化度越大，表明该混合粉面团越容易流变，加工成成品不易成型，而且易塌陷^[17]。

2.5.3 混合粉理化特性与米发糕相关性

对混合粉理化特性与米发糕质构特性进行相关性分析，结果如表 7。

表 7 混合粉理化特性与米发糕质构特性相关性

Table 7 Correlations between physicochemical properties of mixed powder and textural properties

of fermented rice cake

| 混合粉理化指标 | 比容 | 硬度 | 弹性 | 咀嚼性 | 黏聚性 | 回复性 |
|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 蛋白质含量 | 0.834* | -0.549 | 0.333 | -0.902* | -0.568 | 0.256 |
| 直链淀粉含量 | -0.632 | 0.291 | 0.040 | 0.781 | 0.772 | 0.094 |
| 支链淀粉含量 | -0.785 | 0.553 | -0.217 | 0.890* | 0.709 | -0.159 |
| 损伤淀粉含量 | 0.158 | 0.081 | -0.310 | -0.337 | -0.576 | -0.270 |

注：蛋白质含量、直链淀粉含量、支链淀粉含量、损伤淀粉含量以干基计。

**表示在 0.01 水平（双侧）上显著相关，*表示在 0.05 水平（双侧）上显著相关

从表 7 可以看出，混合粉理化指标中蛋白质含量与米发糕品质间相关性也较好。蛋白质含量与比容呈正相关，与咀嚼性呈负相关，相关系数分别为：0.834、-0.902。支链淀粉含量对米发糕品质也有一定的影响，与咀嚼性呈显著正相关，系数为 0.890，说明支链淀粉含量越高，咀嚼性越差，这与沈伊亮等^[18]的研究结果相似。这表明加入高筋粉后，面筋蛋白充分吸水形成良好的面筋网络，面团的持气性能变好。当面筋蛋白含量增加时，会形成更致密、稳定的网络结构，从而增强了面团的耐揉性，同时，大米淀粉经过糊化后会形成凝胶网络^[19-20]，这也为面团的网络结构提供帮助，因此米发糕成品比容变大，咀嚼性好，口感好。支链淀粉因其自身结构比较复杂，其分支多，分子量大，由于结构上的空间阻碍作用，当支链淀粉增加时，导致米发糕内部黏性较大，因此口感不佳、咀嚼性较差。所以，可以把支链淀粉含量、蛋白质含量作为评价米发糕品质的指标。

3 结论

通过对混合粉组成进行研究，在粉质特性中，面团的吸水率主要与面筋蛋白含量有关，混合粉中蛋白质含量与面团吸水率呈显著正相关，与比容呈显著正相关，与咀嚼性呈显著负相关；支链淀粉含量对米发糕影响也较大，与咀嚼性呈显著正相关；在米发糕生产中由于面筋蛋白质吸水膨胀与糊化后的大米淀粉凝胶共同组成了米发糕网络结构，使得米发糕比容增大；当大米粉添加量为 70%时，米发糕质构特性最佳。传统米发糕为湿磨发酵法，本实验采用干磨法，将大米粉与高筋小麦粉按比例混合，相比于传统米发糕，蛋白质等营养物质更加均衡。同时，将混合粉加入酵母后可直接进行发酵，有效的减小了杂菌的污染，为米发糕工业化生产提供依据。

参考文献：

- [1] 陈德文, 沈伊亮, 吴鹏, 等.米发糕储藏期内水分变化与老化关系的研究[J].中国粮油学报, 2009, 24(4):6-8.
- [2] 刘小翠, 李云波, 赵思明.生米发酵食品的研究进展[J].食品科学, 2006, 27(10):616-619.
- [3] 陈德文, 沈伊亮, 吴鹏, 等.米发糕的比容与其质构的相关性研究[J].中国粮油学报, 2009, 24(12):7-9.
- [4] 李云波, 徐金东, 涂丽华, 等.不同品种籼米的特性研究[J].粮食与饲料工业, 2007 (11):4-6.
- [5] American Association of Cereal Chemistry(AACC).Methods 61-02 for RVA[S].9th ed. St, Paul.MN:AACC, 1995.

- [6] 杨晓蓉.不同类别大米糊化特性和直链淀粉含量的差别研究[J].中国粮油学报, 2001, 16(6):37-42.
- [7] Vandeputte G E, Derycke V, Geeroms J, et al. Rice starches. II .Structural aspects provide insight into swelling and pasting properties[J].Journal of Cereal Science, 2003, 38(1):53-59.
- [8] 江帆. RVA 仪分析不同添加物对大米粉糊化特性的影响[J].食品研究与开发, 2013, 34(8):74-77.
- [9] 谭亦成, 陈丽, 张喻.谷朊粉添加量对大米粉粉质特性影响研究[J].农产品加工, 2014, 11(11):13-15.
- [10] 雍雅萍, 张婧娟, 杨晓清.蒙古栎橡子-小麦混粉的流变学特性[J].食品科学, 2012, 33(21):141-144.
- [11] 李里特.要把餐桌主食品作为食品工业发展的主流[J].食品工业科技, 2000 (3):5-7.
- [12] 赵仁勇, 王金水, 崔建锋.馒头老化指标的研究[J].中国粮油学报, 2002, 17(5):14-17.
- [13] Moo-Yeol Baik, C Pavinee. Moisture redistribution and phase transitions during bread staling[J].Cereal Chem, 2000, (77):484-488.
- [14] 王永辉, 张业辉, 张名位, 等.不同水稻品种大米直链淀粉含量对加工米粉丝品质的影响[J].中国农业科学, 2013, 46(1):109-120.
- [15] Liu H, Zhang J, Zhang S, et al. Oral administration of *Lactobacillus fermentum* I5007 favors intestinal development and alters the intestinal microbiota in formula-fed piglets [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62(4):860-866.
- [16] 陈佩, 赵冰, 刘宏生, 等.酸解时间对大米淀粉结构性质的影响[J].现代食品科技, 2014, 30(9):92-95.
- [17] 苏东民, 陈晨, 魏雪芹, 等.糯小麦配粉对面团流变学特性及馒头品质的影响[J].河南工业大学学报, 2008, 29(2):1-6.
- [18] 沈伊亮, 陈德文, 李秀娟, 等.大米品种特性与米发糕质构特性的相关性研究[J].食品科学, 2009, 30(7):79-82.
- [19] 孙庆杰, 丁文平, 丁霄霖, 等.米粉原料标准的选择[J].中国粮油学报, 2004, 19(1):12-15.
- [20] 张喻, 杨泌泉, 吴卫国, 等.大米淀粉特性与米线品质关系的研究[J].食品科学, 2003, 24(6):35-38.