

低蛋白糯米粉对速冻汤圆品质的影响

张 印^{1*}, 王 凯¹, 连惠章¹, 王娅莉¹, 王 晓¹, 李小档¹, 冯 伟²

(1. 无锡华顺民生食品有限公司, 无锡 214151; 2. 江南大学食品学院, 无锡 214122)

摘 要: **目的** 研究不同低蛋白糯米粉含量对速冻汤圆品质的影响。**方法** 低蛋白糯米粉和普通糯米粉分别以 0:1、1:3、1:1、3:1、1:0 (*m:m*) 5 个不同配比制作速冻汤圆, 测定汤圆煮制后的质构特性、高径比、浑汤度, 并对汤圆进行感官评价。**结果** 低蛋白糯米粉和普通糯米粉配比为 1:3(*m:m*)时, 混粉的蛋白质含量 5.03%, 峰粘 678 BU, 制作的速冻汤圆软硬适中, 粘附性降低了 48.3%, 汤圆软糯香甜、爽口不粘牙, 感官评分最高。**结论** 低蛋白糯米粉和普通糯米粉 1:3(*m:m*)配比能明显改善速冻汤圆的品质, 为速冻米面生产提供参考意义。

关键词: 低蛋白糯米粉; 速冻汤圆; 质构; 感官评价

Effects of low-protein glutinous rice flour on the quality of quick-frozen Tang-yuan

ZHANG Yin^{1*}, WANG Kai¹, LIAN Hui-Zhang¹, WANG Ya-Li¹, WANG Xiao¹,
LI Xiao-Dang¹, FENG Wei²

(1. Wuxi Huashun Mingsheng Food Co., Ltd., Wuxi 214151, China; 2. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the effects of different content of low-protein glutinous rice flour on the quality of quick-frozen Tang-yuan. **Methods** Low-protein glutinous rice flour and ordinary glutinous rice flour were mixed in 5 different ratios of 0:1, 1:3, 1:1, 3:1, 1:0 (*m:m*). The texture, ratio of height to diameter and transmittance of soup of quick-frozen Tang-yuan after cooking were determined, and sensory evaluation was carried out. **Results** When low-protein glutinous rice flour and ordinary glutinous rice flour were in the ratio of 1:3 (*m:m*), protein content of the mixed glutinous rice flour was 5.03%, peak viscosity was 678 BU, small adhesion reduced by 48.3%, and quick-frozen Tang-yuan was moderate hardness. Also quick-frozen Tang-yuan were soft waxy, refreshing and non-stick teeth, which got the highest sensory score. **Conclusion** When the low-protein glutinous rice flour and ordinary glutinous rice flour is in the ratio of 1:3 (*m:m*), it can obviously improve the quality of frozen Tang-yuan. This research can provide references for the production of quick-frozen rice.

KEY WORDS: low-protein glutinous rice flour; quick-frozen Tang-yuan; texture; sensory evaluation

基金项目: 江苏省科技计划项目(BE2016309)、无锡市科技计划项目(WX03-02B0105-041700-24)

Fund: Supported by Science Foundation of Jiangsu (BE2016309) and Science Foundation of Wuxi (WX03-02B0105-041700-24)

*通讯作者: 张印, 硕士, 主要研究方向为速冻米面制品。E-mail: 1046543245@qq.com

*Corresponding author: ZHANG Yin, Master, Wuxi Huashun Mingsheng Food Co., Ltd., No.68, Xiaolu Road, Qianqiao District, Wuxi 214151, China. E-mail: 1046543245@qq.com

1 引言

汤圆是深受我国人民喜爱的传统米制品,历史悠久。随着速冻技术的快速发展,速冻汤圆应运而生。速冻汤圆是速冻米、面食品中销量较大的产品之一,在速冻米面食品中占比 5%~10%。然而在速冻汤圆的生产和销售中经常出现一些品质问题,如粘牙、开裂、形状塌陷、不耐煮制、出现明显裂纹、脱粉等,这些都严重影响速冻汤圆的品质和销量^[1]。

糯米粉是制作速冻汤圆的主要原料,糯米粉主要由淀粉和蛋白质组成,其中淀粉约占 80%,且几乎全部为支链淀粉,蛋白质约占 6%~8%,大多为碱溶性谷蛋白。目前对低蛋白食品品质的研究主要集中在稻米上,对低蛋白糯米粉的研究较少。徐晶冰等^[2]的研究表明,稻米中蛋白质含量超过 9%时食味较差。早籼米中蛋白质含量降低时,扫描电镜观察籼米粉的表面更为光滑,同时可延缓籼米粉长期回生,而对籼米粉结构变化影响不显著。目前市场上推广的低蛋白米粉主要适用于肾病患者,低蛋白饮食可以减少肾病患者体内蛋白质代谢产物的产生和蓄积,减轻肾小球高滤过状态,减缓病情^[3]。刘英等^[4]公开了一种低蛋白重组米及其制作方法,该方法采用挤压蒸煮技术降低重组米的蛋白质含量,从而改善肾病患者的饮食结构。

本研究以普通糯米粉和低蛋白糯米粉为原料,按照不同比例复配,制作速冻汤圆,研究不同糯米粉组成对速冻汤圆质构、浑汤度、感官等性质的影响,探讨混合糯米粉的最佳蛋白质含量,为改善速冻汤圆的综合品质提供理论依据。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

普通糯米粉(常州金坛江南制粉有限公司,蛋白质含量 6.64%);低蛋白糯米粉,蛋白酶水解制备,蛋白质含量 0.22%;速冻油(益海嘉里食品有限公司);预糊化变性淀粉(HS218,杭州普罗星淀粉有限公司);改良剂(主要成分为黄原胶和瓜尔胶)(项城市百家实业有限公司);乳化油(RY-Z81,郑州容大食品有限公司);单甘酯(BP9270,辽宁科海食品化学工程有限公司)。

2.2 仪器与设备

MB23 水分分析仪(奥豪斯仪器(上海)有限公司);803303 布拉本德粘度仪(北京怡通寰太进出口有限公司);722S 可见分光光度计(上海慧泰仪器制造有限公司);KT260+DT208 凯氏定氮仪(福斯赛诺分析仪器(苏州));DHG-907A 电热鼓风干燥箱(上海慧泰仪器制造有限公司);FA1604 电子天平(上海舜宇恒平科学仪器有限公司);C21-ST2106 苏泊尔电磁炉(广东美的生活电器制造有限公

司);TA.XTPlus 物性分析仪(英国 Stable Micro Systems 公司);BJBJ-60F 搅拌机(嘉兴艾博不锈钢机械工程有限公司);300L 高粘度搅拌夹层锅(上海世赫机电设备有限公司);JM-LB 不锈钢胶体磨(上海爱思杰制泵有限公司);SLD-2000 螺旋速冻装置(南通四方冷链装备股份有限公司)。

2.3 试验方法

2.3.1 速冻汤圆的制作

馅料制备:将一定量的赤豆浸泡、煮制,置于胶体磨中磨细,加入砂糖和黄油(赤豆、砂糖、黄油, $m:m:m=6:5:2$),在夹层锅中 100 ℃、0.2 MPa 压力下炒制 60 min,冷藏备用。

低蛋白糯米粉制备:普通糯米粉加水搅拌调制糯米粉浆液浓度 25%,用乳酸调节糯米粉浆液的 pH 6~7,加入酸性蛋白酶进行酶解反应,反应结束后水洗离心,除去上层蛋白后冷冻干燥过筛,制备得到低蛋白糯米粉。

速冻汤圆制备:速冻油预先软化,将炒制好的馅料(除饮用水外)在和面机中混合搅拌均匀,然后加饮用水继续搅拌至面团表面光滑,分割面团,手工包馅成型(面团和馅料, $m:m=11:3$),在螺旋速冻装置中速冻至汤圆中心温度达-18 ℃后包装。本研究中速冻汤圆样品面皮的原料配比如表 1 所示。

表 1 速冻汤圆面皮的原料及配方(g)
Table 1 Material and formula of quick-frozen Tang-yuan (g)

组别	低蛋白糯米粉	普通糯米粉	速冻油	变性淀粉	改良剂	乳化油	饮用水
1	0	100	6	2	0.3	2	80
2	25	75	6	2	0.3	2	82
3	50	50	6	2	0.3	2	84
4	75	25	6	2	0.3	2	86
5	100	0	6	2	0.3	2	88

2.3.2 糯米粉基本成分测定

水分含量测定^[5]:105 ℃直接干燥法;蛋白质含量测定^[6]:凯氏定氮法;糊化特性测定^[7]:按照 2.3.1 节称取不同配比的糯米粉原料,加水至糯米粉和水的总质量为 400 g,配制成质量分数为 10%的溶液。采用布拉班德黏度仪测定溶液黏度,30 ℃开始升温至 95 ℃后保温 5 min,降温至 50 ℃,保温 5 min,升、降温速率均为 1.5 ℃/min。

2.3.3 加速实验

将制作好的汤圆置于-18 ℃的冰箱中冷冻 23 h,取出称质量,在 25 ℃恒温箱内解冻 1 h,然后再放入冰箱中冷冻,23 h 后再取出称质量、解冻,如此反复冻融 4 次。

2.3.4 汤圆煮制实验

取经过加速实验后的汤圆进行煮制(4 个汤圆为一组),在锅内加入 500 mL 的水,加热至沸腾后放入汤圆煮制 5 min,开盖继续煮制 1 min 后将汤圆捞出。

表 2 糯米混粉的水分、蛋白质、及糊化特性测定($n=3$)
Table 2 Results of moisture, protein and pasting properties of glutinous rice flour ($n=3$)

组别	水分含量(%)	蛋白质含量(%)	糊化温度(℃)	峰粘(BU)	回生值(BU)
1	12.68±0.03 ^a	6.64±0.04 ^a	63.7±0.6 ^a	582±7.6 ^a	107±3.0 ^a
2	11.27±0.05 ^b	5.03±0.05 ^b	64.1±0.5 ^a	678±3.9 ^b	109±2.8 ^a
3	10.23±0.04 ^c	3.42±0.09 ^c	65.8±0.5 ^a	776±5.5 ^c	117±1.6 ^a
4	8.25±0.02 ^d	1.85±0.04 ^d	66.4±0.4 ^a	889.±4.1 ^d	121±2.5 ^a
5	6.78±0.05 ^e	0.22±0.03 ^c	65.6±0.8 ^a	1007±4.3 ^c	115±4.2 ^a

注: 同列不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

2.3.5 汤圆煮制后汤汁透过率的测定^[1]

取加速实验后的汤圆进行煮制实验, 将煮制后的汤汁在室温下静置 30 min, 转移至 500 mL 容量瓶中, 用蒸馏水定容。以蒸馏水为空白对照, 用 722S 可见分光光度计在 620 nm 波长处测定汤圆煮制后汤汁的透光率。

2.3.6 汤圆的高径比测定^[8]

将汤圆煮制后捞出, 静置 30 min 冷却, 以 2 块三角板相互垂直测定汤圆的高度和直径, 记录高度(h)和直径(d), 计算高径比(h/d)。

2.3.7 汤圆的质构分析(texture profile analysis, TPA)^[9,10]

汤圆煮制后冷却 30 min, 用物性分析仪进行质构特性的测定, 选用 P/36 柱形探头进行测试。测试条件为测前速度 2 mm/s, 测试速度 1 mm/s, 测后速度 1 mm/s, 压缩比 50%, 2 次压缩之间停留时间 5 s, 探头压缩部位为汤圆的中心部位。

2.3.8 汤圆感官评定

选定 10 名评审员组成评价小组, 在光线充足温度 25 ℃空气新鲜的品评室中, 结合周显青等^[11]的汤圆感官品评方法及评分标准进行感官评定, 结果取平均值。

2.4 数据处理

采用 SPSS 18.0 软件对数据进行差异显著性分析, Origin 8.5 软件进行绘图及分析。

3 结果与分析

3.1 糯米粉的基本成分

糯米混粉的水分、蛋白质、及糊化特性测定结果见表 2。由表 2 可知, 普通糯米粉的水分含量为 12.68%, 低蛋白糯米粉的水分含量较低, 为 6.78%。低蛋白糯米粉细度较小, 制作汤圆时吸水性较强。不同配比糯米粉原料的蛋白质含量随低蛋白糯米粉添加比例的增加而降低。5 组样品的糊化温度差异不大, 集中在 63 ~ 67 ℃之间, 回生值差异也不明显, 峰粘差异显著, 低蛋白糯米粉峰粘较高, 为 1007 BU, 糯米粉的糊化温度、峰粘与糯米粉团粒的结构和在受热过程中的变化有关^[12]。研究表明糯米粉中的蛋白含量适当降低, 可增加峰值粘度, 且白度增加; 若完全去除

蛋白, 糯米淀粉粘度低无法有效成型。

3.2 低蛋白糯米粉对速冻汤圆质构的影响

研究低蛋白糯米粉对速冻汤圆的硬度、弹性、黏附性等质构性质的影响, 结果如表 3 所示。速冻汤圆硬度值较低时, 口感适中, 第 2 组样品的硬度最低(445.6 g), 口感较适宜, 比硬度最高的第 1 组样品降低了 38.5%。速冻汤圆弹性较高时, 筋度较好, 有嚼劲。一般硬度和弹性呈反比。由表 3 可知, 5 组样品的弹性值差异不明显。第 2 组样品的黏附性较小, 粘附性比第 1 组样品降低了 48.3%, 口感较为爽滑, 不粘牙。硬度、弹性、黏附性的物性分析与实际感官较符合, 相关性较高。黄岩等^[13]分析了糯米粉基本成分与汤圆 TPA 的相关性, 发现淀粉含量与煮后汤圆的黏聚性呈显著正相关, 淀粉含量越大, 汤圆的黏聚性越好; 粗蛋白含量和灰分与汤圆的质构特性相关性不明显。

结合上述硬度、弹性、黏附性分析, 第 2 组速冻汤圆的口感、质地较好, 且与感官品评结果相符。

表 3 低蛋白糯米粉对速冻汤圆质构的影响($n=3$)
Table 3 Effect of low-protein glutinous rice flour on texture of quick-frozen Tang-yuan ($n=3$)

组别	硬度/g	弹性	粘附性
1	732.6±22.5 ^d	0.639±0.01 ^c	-1095.7±35.1 ^a
2	445.6±19.4 ^a	0.57±0.01 ^b	-566.1±23 ^c
3	570.7±26.1 ^b	0.52±0.03 ^a	-686.7±29.4 ^d
4	676.2±23.7 ^c	0.564±0.02 ^b	-943.4±36.1 ^b
5	548.6±20.1 ^b	0.598±0.03 ^b	-769.2±32 ^c

注: 同列不同字母表示差异显著($P<0.05$)。

3.3 低蛋白糯米粉对速冻汤圆高径比的影响

汤圆的高径比反应了汤圆的饱满度和挺立度, 高径比较高时, 汤圆更挺立, 汤圆内部结构更有支撑。由图 1 可知, 第 1 组样品, 即采用 100%普通糯米粉制作的汤圆高径比最高, 汤圆接近球形; 第 5 组样品, 即采用 100%低蛋白糯米粉制作的汤圆高径比最小, 为 0.83, 汤圆外形有点

扁塌。随低蛋白糯米粉比例的增加,汤圆煮制后的高径比逐渐降低,表现为汤圆塌陷,不够挺立。这可能是因为糯米粉中的蛋白质加强了三维网络结构,通过氢键和二硫键使粉团组织紧密,有支撑作用。低蛋白糯米粉比例增加使糯米粉原料的蛋白质含量降低,糯米粉中起支撑三维网络结构的蛋白质减少,因而制成的汤圆煮制后变得塌陷、不挺立。

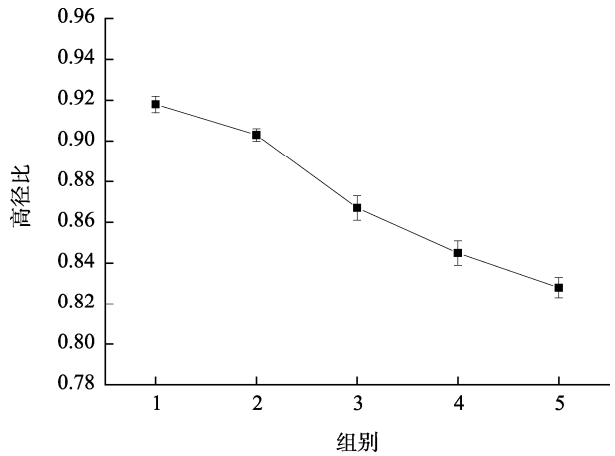


图 1 不同含量低蛋白糯米粉对速冻汤圆高径比的影响($n=3$)
Fig. 1 Effect of different content of low-protein glutinous rice flour on ratio of height to diameter of quick-frozen Tang-yuan ($n=3$)

3.4 低蛋白糯米粉对速冻汤圆煮制后汤汁浑汤度的影响

汤圆经过加速实验后烧煮,煮后在 620 nm 处测定汤圆煮制后汤汁的透光率,用来表征浑汤度。由图 2 可知,随低蛋白糯米粉添加比例的增加,汤汁的透光率逐渐增大,说明汤圆煮制后的汤汁透明度增加,汤汁中沉淀物减少,品质更好^[14]。糯米粉团在煮制时能够吸收热量,破坏结晶胶束区弱的氢键,淀粉颗粒水合,吸水膨胀,导致淀粉颗粒破裂,部分直链淀粉溶解到溶液中,汤汁中出现溶出物。随低蛋白糯米粉比例的增加,糯米粉原料的蛋白质含量降低,汤圆的冻裂率降低,汤圆煮制后汤汁中的溶出物减少,起毛程度减弱,导致浑浊度降低,透光率提高,改善了汤圆的耐泡性^[15]。

3.5 低蛋白糯米粉对速冻汤圆煮制后感官品质^[11]的影响

采用 9 点嗜好感官评定法对煮制后的汤圆进行感官分析,1、5、9 分别表示极度不喜欢、既不喜欢又不讨厌和极度喜欢。

由图 3 可知,第 2 组样品的综合评分最高,第 1 组样品的综合评分最低。第 2 组样品的滋味、软硬度、弹性、外观评分高于其他几组样品,5 组样品的气味评分接近,光泽方面,第 5 组样品的评分最高。添加低蛋白糯米粉能改

善汤圆的感官品质,第 2 组样品,即原料中低蛋白糯米粉和普通糯米粉的质量比为 1:3 时,汤圆的感官评分最高,这与上述质构结果一致。随低蛋白糯米粉添加比例的提高,混合糯米粉原料的白度提高,汤圆煮制后汤汁的透光率增加,透明度和光泽度增加,因而第 5 组样品的光泽评分最高。同时,随低蛋白糯米粉添加比例的提高,汤圆的外观挺立度下降^[16]。

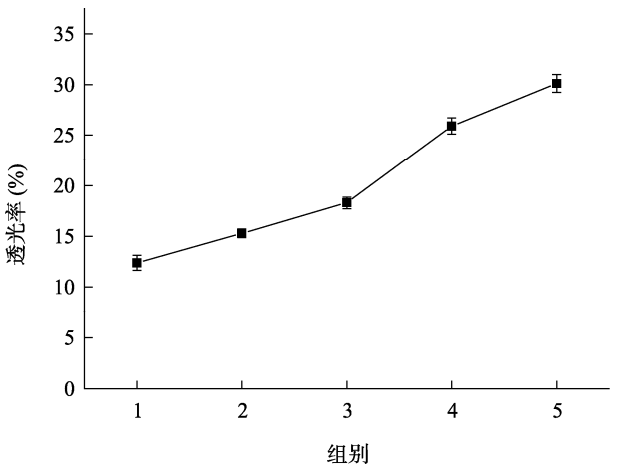


图 2 汤圆煮制后汤汁的透光率($n=3$)
Fig. 2 Transmittance of soup of quick-frozen Tang-yuan after cooking ($n=3$)

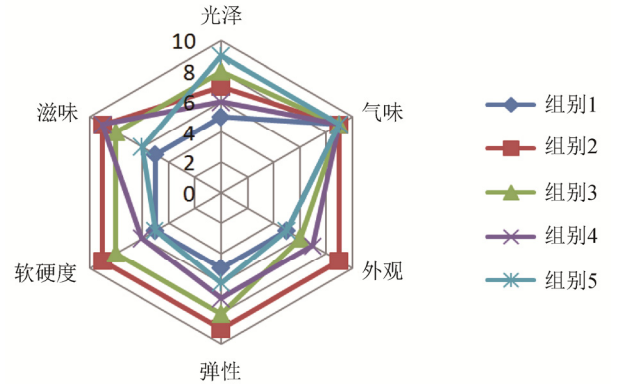


图 3 速冻汤圆感官评定雷达图
Fig. 3 Sensory evaluation radar of frozen Tang-yuan

综合光泽、气味、外观、弹性、软硬度、滋味 6 个评价方面,5 组实验总分为 34、53、47、44、40。由此可看出,组别 2 总分最高,和上述分析结论相符。

4 结 论

低蛋白糯米粉对速冻汤圆品质影响显著,低蛋白糯米粉比例需要合理调配。在本研究中,第 2 组样品,即糯米粉原料中普通糯米粉和低蛋白糯米粉质量比为 3:1 时,制得的速冻汤圆口感较好、爽滑、不粘牙、透亮圆润,品

质最佳。速冻汤圆煮制后汤汁的浑汤度与糯米粉原料的蛋白质含量呈反比,蛋白质含量越低,汤汁的透光率越高。蛋白质含量对使用糯米粉制作速冻汤圆的品质影响较大,糯米粉中蛋白质含量为5%左右时制作出的速冻汤圆综合品质最好。低蛋白糯米粉也可应用在其他糯米制品中开展相关研究,尤其适合肾病患者的低蛋白饮食研究。

参考文献

- [1] 郑春燕. 变性淀粉在速冻汤圆中的应用研究[D]. 天津: 天津商业大学, 2013.
- Zheng CY. Study on the modified starch and its application in quick-frozen dumplings [D]. Tianjin: Tianjin University of Commerce, 2013.
- [2] 徐晶冰, 王韧, 于秋生, 等. 蛋白含量对早籼米粉的微观结构和功能特性的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(17): 59–63.
- Xu JB, Wang R, Yu QS, *et al.* Effect of protein content on the microstructure and functional properties of indica rice flour [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2016, 37(17): 59–63.
- [3] 张维明, 马泽伦. 低蛋白饮食在肾脏病中的应用研究进展[J]. 中国医学, 2004, 16(9): 568–570.
- Zhang WM, Ma ZL. Advances in the application of low protein diet in kidney diseases [J]. *Med J Chin People Health*, 2004, 16(9): 568–570.
- [4] 刘英, 朱立树, 郭亚丽. 一种低蛋白重组米及其制备方法: 中国, CN105707703A [P]. 2016.
- Liu Y, Zhu LS, Guo YL. Low protein recombinant rice and its preparation method: China, CN105707703A [P]. 2016.
- [5] GB 5009.3-2010 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S].
- GB 5009.3-2010 National food safety standard Determination of moisture in food [S].
- [6] GB 5009.5-2010 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S].
- GB 5009.5-2010 National food safety standard Determination of protein in food [S].
- [7] 王绍文. 复合食品改良剂对不同糯米粉糊化特性及汤圆品质的影响[J]. 粮食与食品工业, 2016, 23(2): 66–69.
- Wang SW. The effect of compound food ingredients in feature on different glutinous rice and quality of quick-frozen glue pudding [J]. *Cereal Food Ind*, 2016, 23(2): 66–69.
- [8] 胡育铭. 影响速冻汤圆粉团蒸煮特性的因素研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2014.
- Hu YM. Study on the factors influenced the steaming property of the quick-frozen glutinous dumpling dough [D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2014.
- [9] 朱津津. 速冻汤圆的质构特性研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2012.
- Zhu JJ. The research of quick-frozen dumpling quality and structure characteristics [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2012.
- [10] 朱津津, 潘治利, 谢新华, 等. 汤圆 TPA 质构特性测试条件的优化[J]. 食品科学, 2013, 34(6): 171–174.
- Zhu JJ, Pan ZL, Xie XH, *et al.* Optimization of testing conditions for TPA analysis of rice dumplings [J]. *Food Sci*, 2013, 34(6): 171–174.
- [11] 周显青, 胡育铭, 张玉荣, 等. 汤圆粉团制作方法比较及其对蒸煮品质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2014, 12(4): 30–33.
- Zhou XQ, Hu YM, Zhang YR, *et al.* Comparison of sweet dumplings dough production methods and its effect on cooking quality [J]. *Cereal Feed Ind*, 2014, 12(4): 30–33.
- [12] 张国治. 糯米粉的品质分析及速冻汤圆品质改良[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2006, 12(2): 39–42.
- Zhang GZ. Property analysis of flour of glutinous rice and quality of deep-frozen glutinous rice dough [J]. *Beverage Fast Frozen Food Ind*, 2006, 12(2): 39–42.
- [13] 黄岩. 糯米粉特性与汤圆品质的相关性研究[D]. 无锡: 江南大学, 2014.
- Huang Y. Study on the correlation of characteristic of waxy rice flour and rice dough [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2014.
- [14] 朱婵婵. 羟丙基糯米淀粉制备及其在速冻汤圆中的应用研究[D]. 武汉: 武汉工业学院, 2011.
- Zhu CC. Study on preparation of hydroxypropylated waxy rice starch and its application in quick-frozen Tang-yuan [D]. Wuhan: Wuhan Polytechnic University, 2011.
- [15] 周显青, 王炯, 张玉荣, 等. 糯米粉组分对速冻汤圆粉团蒸煮特性的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2015, 12(10): 21–26.
- Zhou XQ, Wang X, Zhang YR, *et al.* Effects of glutinous rice flour components on the cooking characteristics of quick-frozen rice dumpling dough [J]. *Cereal Feed Ind*, 2015, 12(10): 21–26.
- [16] Zhang H, Bai Y, Zhao X, *et al.* Probing water desorption mechanism of glutinous rice flour with four theoretical isotherm models: A comparative study [J]. *Am J Food Technol*, 2016(6): 264–272.

(责任编辑: 姜 珊)

作者简介



张印, 硕士, 主要研究方向为速冻米面制品。

E-mail: 1046543245@qq.com