

# 预醒发冷冻披萨面胚烹饪工艺优化

姜元华<sup>1,2</sup>, 刘春燕<sup>3</sup>, 张雨薇<sup>2</sup>, 毛永杰<sup>2</sup>, 张力丹<sup>2</sup>, 赖攀<sup>2</sup>, 唐善虎<sup>1\*</sup>

(1. 西南民族大学 生命科学与技术学院, 四川 成都 610000; 2. 四川旅游学院 食品学院, 四川 成都 610100;

3. 浙江海洋大学 食品与医药学院, 浙江 舟山 316022)

**摘要:** 通过单因素实验和正交试验, 探讨水分、魔芋精粉以及酵母添加量对披萨面胚品质的影响。结果表明: 魔芋精粉、酵母添加量对披萨品质的影响显著, 烹饪工艺的最佳参数为水分 50.00%、魔芋精粉 0.30%、酵母 0.60%。在此条件下, 披萨的综合品质最佳, 其综合评分为 38.84。

**关键词:** 预醒发; 冷冻披萨面胚; 烹饪工艺; 工艺优化

**中图分类号:** TS 972.116+.2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-8730(2020)01-0040-06

披萨是一种发源于意大利的食品, 主要由饼底(面胚)和馅料组成。<sup>[1]</sup> 传统披萨面胚的制作工艺繁杂, 耗时较长, 制约了披萨行业的发展, 但是随着国内外冷冻面团技术的发展, 将冷冻面团技术应用到面胚半成品的制作中已是一种必然趋势。<sup>[2]</sup> 李燮昕<sup>[3]</sup> 研究了冷冻面团制备法式面包的关键工艺参数; 陈志伟等<sup>[4]</sup> 研究了混合发酵剂制作冷冻面团馒头生产工艺的优化; MA 等<sup>[5]</sup> 研究了淀粉机械损伤对冷冻面团和馒头品质的影响; PARK 等<sup>[6]</sup> 研究了果寡糖和异麦芽寡糖添加量对冷冻面团烘焙质量的影响。

目前, 披萨面团基础配方已经基本成熟, 但根据目标消费群体的喜好和操作者的经验不同, 基础配方会有所差异,<sup>[7-8]</sup> 因此国内大多数学者更加注重影响面团品质关键工艺因素的研究。王世新等<sup>[9]</sup> 研究了水分对冷冻小麦面团质构及面筋蛋白二级结构的影响, 结果表明加水量对小麦面团的质构特性和面筋蛋白二级结构影响显著。蒋启巍等<sup>[10]</sup> 在研究高含量抗性淀粉挂面的配方研究及其质构评价时发现, 魔芋精粉添加量在 0.2% 时胶着性达到最大值, 面条品质较好。酵母常作为微生物疏松剂用于面包、馒头和包子等面制品的生产。<sup>[11]</sup> 冷冻披萨面胚在预醒发过程中, 面胚中的水分含量在一定程度上决定了面团中冰

晶的数量和大小; 魔芋精粉可有效改善面胚的黏性、弹性和伸展性等; 酵母用量决定了预醒发冷冻面胚的发酵程度, 对成品的硬度及膨胀体积有较大影响。但是三者共同作用于披萨面胚中的应用尚未见报道。本文采用正交实验法探讨水分添加量、魔芋精粉添加量、酵母添加量 3 个因素对披萨面胚品质的影响, 以期寻求预醒发冷冻披萨面胚加工烹饪工艺的最优参数, 也为现代披萨食品加工业的面胚预醒发过程提供理论依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料与试剂

白砂糖: 云南德宏英茂糖业有限公司; 绿色食品食用盐: 四川久大制盐有限责任公司; 特级初榨橄榄油: 西班牙欧蕾集团; 高筋小麦粉: 大成良友食品(上海)有限公司; 低筋面粉: 花鼓牌; 蜜丹儿谷朊粉: 濮阳市七禾香实业有限公司; 冠品园魔芋粉: 湖北天源协力魔芋生物科技有限公司; 高活性干酵母: 安琪酵母股份有限公司; 半干酵母: 安琪酵母股份有限公司; 淡奶油: 青岛雀巢有限公司。

### 1.2 仪器与设备

TMS-PRO 型高精度专业食品物性分析仪: 美国 FTC 公司; DC-P3 新型全自动测色差计: 北京市兴光测色仪器公司; 08-2T 恒温磁力搅拌

收稿日期: 2019-01-16 \* 通信作者

基金项目: 四川省教育厅重大培育项目(14CZ0033); 四川省哲学社会科学重点研究基地川菜发展研究中心项目(CC11Z11); 四川旅游学院 2018 年科研创新团队(18SCTUTD04)

作者简介: 姜元华, 男, 四川旅游学院食品学院副教授, 从事烘焙食品加工研究;

唐善虎, 男, 西南民族大学生命科学与技术学院教授, 博士, 从事食品加工研究。

器:上海梅颖浦仪器仪表制造有限公司; ST2100 实验室 pH 计: 奥豪斯仪器(常州)有限公司; EK813 高精度厨房烘焙秤: 广东香山衡器集团股份有限公司; ISO 9001 电子天平: 赛多利斯科学仪器(北京)有限公司; 恒联多功能搅拌机: 广东恒联食品机械有限公司; PL-6 恒联三层六盘电烘炉: 广东恒联食品机械有限公司; 双门推车式喷雾醒发箱: 研麦食品机械(上海)有限公司; DHG-9070A 型电热恒温鼓风干燥箱: 上海一恒科技有限公司。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 加工工艺

##### 1.3.1.1 基础配方

以混粉 1 000 g(800 g 高筋粉 + 200 g 低筋粉)计,分别添加谷朊粉 1.50%、砂糖 1.00%、食盐 2.00%、橄榄油 6.00%、淡奶油 10.00%,加水量(待实验确定)。

##### 1.3.1.2 烹饪工艺流程

披萨面胚制作工艺流程如下所示:

面团搅拌(24℃)→面团发酵(25℃,湿度 75%,10 min)→分割→搓圆→冷冻→解冻→整形→最后醒发(30℃,湿度 75%,10 min)→烘烤(250℃/250℃,3~4 min)→冷却→成品。

##### 1.3.1.3 操作要点

将干性原料(面粉、谷朊粉、酵母、砂糖、食盐)放入搅拌缸中,慢速搅拌至混合均匀(若使用活性干酵母则应先用温水活化),再加水和淡奶油慢速搅匀成团,换中速搅拌 5 min。当面团形成,但面筋还未充分扩展时加入橄榄油,搅至面筋完全扩展阶段,面团温度控制在 24℃。将面团放置室内醒发 10 min,分割成 100 g/个的面团,面团搓圆后用保鲜膜密封,放入-18℃的冰箱里冷冻存放 48 h。冷冻面团取出在常温下解冻,最后用擀面棍擀成圆饼状,放入醒发箱醒发 10 min(温度 30℃,湿度 75%),放入烤箱,上火 250℃/下火 250℃,烤制 3~4 min。

#### 1.3.2 试验设计

##### 1.3.2.1 单因素实验

在基础加工工艺的配方上,以 1 000 g 混粉为基准,分别添加水量(50.00%、52.00%、54.00%、56.00%、58.00%)、魔芋精粉量(0.10%、0.20%、0.30%、0.40%、0.50%),和安琪半干酵母量(0.20%、0.40%、0.60%、0.80%、1.00%),将其

添加量作为关键工艺点。基于上述配方进行单因素试验,测定成品的感官特性、TPA 质构特性和理化特性。

##### 1.3.2.2 正交实验

根据单因素实验结果,选取最稳定的水平,采用  $L_9(3^4)$  设计正交实验。以感官得分、质构特性以及相关理化指标为考察指标,采用模糊综合评价法,确定各因素对披萨面胚品质的影响效果以及最优参数。因素和水平见表 1。

表 1  $L_9(3^4)$  正交水平因素

水平	因素		
	A: 水分/%	B: 魔芋精粉/%	C: 酵母/%
1	50.00	0.30	0.60
2	52.00	0.40	0.80
3	54.00	0.50	0.10

#### 1.4 检测指标

##### 1.4.1 披萨面胚的感官评价标准

选 10 名经过专业培训的品评人员组成感官评价小组,对披萨成品进行感官评定。评分标准见表 2。

表 2 冷冻披萨面团烘焙成品饼胚感官评价标准

评定项目	参考标准	权重	感官评价/分
色泽 (10分)	呈褐色且光滑、光泽饱和(8~10);颜色呈深褐色、光泽度较饱和,或颜色暗淡、有光泽(4~7);颜色过深、光泽度较差,或颜色呈暗红色、略有光泽(1~3)	0.25	感官总分 = 色泽 × 0.25 + 气味 × 0.25 + 滋味 × 0.25 + 组织形态 × 0.25
气味 (10分)	带适宜烘焙香气(8~10);烘焙气味较淡或略浓(4~7);存有异味(1~3)	0.25	
滋味 (10分)	咸甜适中、口感协调(8~10);咸甜适中、口感基本协调(4~7);口感不协调、某种味道突出(1~3)	0.25	
组织形态 (10分)	组织致密、富有弹性(8~10);组织状态较好、口感较有弹性(4~7);组织状态不佳、口感较硬(1~3)	0.25	

### 1.4.2 理化特性的测定

水分含量测定: 参照 GB5009.3—2016《食品中水分的测定》<sup>[12]</sup>。

比容测定: 参照黄益前等<sup>[13]</sup>方法, 采用菜籽替代法。

$P = V/M$ 。式中:  $P$  表示成品比容 (mL/g);  $V$  表示成品体积 (mL);  $M$  表示成品质量 (g)。

总酸含量测定: 参照 GB 5009.239—2016《食品酸度的测定》<sup>[14]</sup>。

色差: 参照 JJG 595—2002《测色色差计》<sup>[15]</sup> 检定规程, 以及崔诚等<sup>[16]</sup>的方法。

质构特性测定: 参考何江红等<sup>[17]</sup>方法进行改进。使用平头剪切探头, 仪器参数为高度4.5 cm、压缩程度60%、压缩速度60 mm/min。每个样品测定3次平行, 取其平均值。选取硬度、弹性和咀嚼性3个参数来判断成品品质。

### 1.4.3 披萨面胚品质的模糊综合评价法

模糊综合品质评分 = 总酸  $\times a_1$  + 水分  $\times a_2$  +

比容  $\times a_3$  +  $L^* \times a_4$  +  $a^* \times a_5$  +  $b^* \times a_6$  + 硬度  $\times a_7$  + 感官弹性  $\times a_8$  + 咀嚼性  $\times a_9$  + 感官总分  $\times a_{10}$ 。式中:  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ 、 $a_5$ 、 $a_6$ 、 $a_7$ 、 $a_8$ 、 $a_9$ 、 $a_{10}$  为各评价指标在评价体系中所占的权重, 由加工经验结合参考文献确定,<sup>[18-19]</sup> 其数值分别为 0.05、0.05、0.05、0.05、0.05、0.10、0.30、0.20 和 0.10。

### 1.4.4 应用软件

利用 Excel 软件进行数据统计, SPSS21.0 进行差异性分析和方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 水分含量对披萨面胚品质的影响

根据表3, 水分含量逐渐增加, 比容、硬度、感官弹性、咀嚼性、感官得分、综合评分逐渐降低;  $a^*$  表现为先增加后降低;  $b^*$  逐渐升高; 总酸、水分呈先降低后增加的趋势;  $L^*$  整体趋势趋于稳定。综上所述, 水分的最佳添加量为 50.00% ~ 54.00%。

表3 水分添加量对披萨面胚品质的影响

水分添加量/%	50.00	52.00	54.00	56.00	58.00
总酸/%	27.73 $\pm$ 0.61 <sup>a</sup>	24.67 $\pm$ 0.61 <sup>b</sup>	21.73 $\pm$ 1.22 <sup>cd</sup>	20.4 $\pm$ 0.40 <sup>d</sup>	23.2 $\pm$ 1.44 <sup>bc</sup>
水分/%	32.36 $\pm$ 0.22 <sup>c</sup>	29.01 $\pm$ 0.20 <sup>c</sup>	34.43 $\pm$ 0.26 <sup>d</sup>	32.71 $\pm$ 0.13 <sup>b</sup>	34.23 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>
比容/mL $\cdot$ g <sup>-1</sup>	2.51 $\pm$ 0.77 <sup>a</sup>	2.45 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	2.27 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>	1.96 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	2.07 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>
$L^*$	69.71 $\pm$ 0.60 <sup>b</sup>	70.44 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>	69.99 $\pm$ 0.64 <sup>ab</sup>	69.42 $\pm$ 0.30 <sup>b</sup>	68.86 $\pm$ 0.61 <sup>c</sup>
$a^*$	2.38 $\pm$ 1.14 <sup>a</sup>	2.76 $\pm$ 0.78 <sup>a</sup>	2.02 $\pm$ 1.16 <sup>a</sup>	1.57 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	1.57 $\pm$ 0.52 <sup>a</sup>
$b^*$	17.10 $\pm$ 1.21 <sup>a</sup>	18.21 $\pm$ 1.07 <sup>a</sup>	19.99 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>	19.91 $\pm$ 0.46 <sup>a</sup>	21.76 $\pm$ 0.91 <sup>a</sup>
硬度/N	10.36 $\pm$ 3.58 <sup>a</sup>	9.86 $\pm$ 5.73 <sup>a</sup>	7.47 $\pm$ 1.95 <sup>a</sup>	8.34 $\pm$ 3.86 <sup>a</sup>	6.99 $\pm$ 3.23 <sup>a</sup>
感官弹性/%	74.28 $\pm$ 2.10 <sup>a</sup>	76.97 $\pm$ 3.78 <sup>a</sup>	73.53 $\pm$ 4.39 <sup>a</sup>	71.05 $\pm$ 6.08 <sup>a</sup>	66.58 $\pm$ 6.19 <sup>a</sup>
咀嚼性/mJ	20.96 $\pm$ 3.81 <sup>a</sup>	20.89 $\pm$ 9.66 <sup>a</sup>	18.04 $\pm$ 8.45 <sup>a</sup>	14.24 $\pm$ 6.03 <sup>a</sup>	14.32 $\pm$ 3.96 <sup>a</sup>
感官总分	6.23 $\pm$ 0.64 <sup>a</sup>	6.1 $\pm$ 0.56 <sup>a</sup>	5.91 $\pm$ 1.29 <sup>a</sup>	5.8 $\pm$ 0.76 <sup>a</sup>	5.8 $\pm$ 0.99 <sup>a</sup>
综合评分	35.72 $\pm$ 1.03 <sup>a</sup>	36.24 $\pm$ 3.53 <sup>a</sup>	34.38 $\pm$ 2.64 <sup>a</sup>	32.87 $\pm$ 3.39 <sup>a</sup>	31.70 $\pm$ 3.01 <sup>a</sup>

注: 同行数据标注不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )

### 2.2 魔芋精粉添加量对披萨面胚品质的影响

由表4可知, 披萨面胚品质随魔芋精粉添加量的增加, 总酸呈先增加后降低的趋势; 比容、 $a^*$ 、咀嚼性呈先降低后增加的趋势; 硬度显著降低; 水分、 $L^*$ 、 $b^*$  整体趋势比较稳定; 感官弹性、感官得分、综合评分逐渐升高。综上所述, 魔芋精粉的最佳添加量为 0.30% ~ 0.50%。

### 2.3 酵母添加量对披萨面胚品质的影响

由表5可知, 随酵母添加量的增加, 总酸、硬

度呈先增加后降低的趋势; 比容、 $b^*$  呈先降低后增加的趋势; 水分整体趋势比较稳定;  $L^*$ 、 $a^*$ 、感官弹性、咀嚼性、感官得分、综合评分逐渐升高。综上所述, 酵母的最佳添加量为 0.60% ~ 1.00%。

### 2.4 最佳工艺参数的确定

根据表6、表7, 校正模型的  $F$  值为 73.221,  $P = 0.014$ , 校正  $R^2 = 0.982$ , 因此所用模型具有统计学意义。  $F_{\text{水分}}(148.992) > F_{\text{酵母}}(37.941) >$

$F_{\text{魔芋精粉}}$  (32.730), 水分、酵母、魔芋精粉添加量 3 个关键工艺对披萨面胚品质的影响均达到了显著水平 ( $P < 0.05$ )。根据表中  $K_i$  可知, 各因素的最

优水平组合为  $A_1C_1B_1$ , 即水分添加量为 50.00%、酵母添加量为 0.60%、魔芋精粉添加量为 0.30%。

表 4 魔芋精粉添加量对披萨面胚品质的影响

魔芋精粉添加量/%	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
总酸/%	23.47 ± 0.61 <sup>b</sup>	25.07 ± 0.61 <sup>a</sup>	22.13 ± 0.83 <sup>c</sup>	24.13 ± 0.61 <sup>ab</sup>	21.47 ± 0.46 <sup>c</sup>
水分/%	31.97 ± 0.66 <sup>a</sup>	29.94 ± 0.23 <sup>c</sup>	30.43 ± 0.23 <sup>bc</sup>	30.38 ± 0.30 <sup>bc</sup>	30.86 ± 0.38 <sup>b</sup>
比容/mL · g <sup>-1</sup>	2.96 ± 0.50 <sup>a</sup>	1.03 ± 0.07 <sup>c</sup>	2.39 ± 0.25 <sup>ab</sup>	2.76 ± 0.09 <sup>ab</sup>	2.18 ± 0.40 <sup>b</sup>
$L^*$	68.41 ± 0.56 <sup>c</sup>	68.95 ± 0.29 <sup>b</sup>	70.00 ± 0.53 <sup>a</sup>	69.66 ± 0.18 <sup>a</sup>	69.26 ± 0.16 <sup>b</sup>
$a^*$	0.72 ± 0.19 <sup>b</sup>	0.49 ± 0.54 <sup>b</sup>	0.75 ± 0.40 <sup>b</sup>	1.35 ± 0.13 <sup>a</sup>	1.25 ± 0.34 <sup>a</sup>
$b^*$	19.71 ± 0.29 <sup>a</sup>	19.84 ± 0.27 <sup>a</sup>	19.09 ± 0.44 <sup>b</sup>	20.07 ± 0.76 <sup>a</sup>	19.59 ± 0.62 <sup>a</sup>
硬度/N	6.50 ± 0.50 <sup>a</sup>	6.68 ± 0.92 <sup>a</sup>	7.62 ± 2.11 <sup>a</sup>	6.91 ± 1.09 <sup>a</sup>	9.70 ± 1.55 <sup>a</sup>
感官弹性/%	73.35 ± 1.35 <sup>a</sup>	76.72 ± 3.40 <sup>a</sup>	74.59 ± 3.57 <sup>a</sup>	72.08 ± 2.56 <sup>a</sup>	77.26 ± 1.13 <sup>a</sup>
咀嚼性/mJ	27.08 ± 7.26 <sup>a</sup>	26.72 ± 7.40 <sup>a</sup>	13.24 ± 4.30 <sup>a</sup>	23.76 ± 5.07 <sup>a</sup>	25.81 ± 3.06 <sup>a</sup>
感官总分	6.05 ± 0.70 <sup>a</sup>	6.03 ± 0.77 <sup>a</sup>	6.43 ± 0.91 <sup>a</sup>	6.44 ± 0.58 <sup>a</sup>	6.45 ± 0.53
综合评分	33.36 ± 1.79 <sup>a</sup>	33.60 ± 2.32 <sup>a</sup>	35.60 ± 0.66 <sup>a</sup>	36.50 ± 1.33 <sup>a</sup>	36.87 ± 0.82 <sup>a</sup>

注: 同行数据标注不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )

表 5 酵母添加量对披萨面胚品质的影响

酵母添加量/%	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
总酸/%	26.13 ± 1.29 <sup>b</sup>	21.20 ± 0.40 <sup>d</sup>	31.47 ± 0.61 <sup>a</sup>	24.00 ± 1.06 <sup>c</sup>	24.40 ± 0.80 <sup>c</sup>
水分/%	31.97 ± 0.66 <sup>a</sup>	29.94 ± 0.23 <sup>a</sup>	30.43 ± 0.23 <sup>a</sup>	30.38 ± 0.30 <sup>a</sup>	30.86 ± 0.38 <sup>a</sup>
比容/mL · g <sup>-1</sup>	1.75 ± 0.64 <sup>a</sup>	1.63 ± 0.68 <sup>a</sup>	2.53 ± 0.24 <sup>a</sup>	1.33 ± 0.63 <sup>a</sup>	2.48 ± 0.19
$L^*$	66.33 ± 1.15 <sup>b</sup>	66.12 ± 0.84 <sup>b</sup>	68.83 ± 0.58 <sup>a</sup>	69.50 ± 0.38 <sup>a</sup>	69.59 ± 0.79 <sup>a</sup>
$a^*$	1.18 ± 0.56 <sup>b</sup>	1.42 ± 0.17 <sup>b</sup>	1.15 ± 0.44 <sup>b</sup>	0.66 ± 0.34 <sup>c</sup>	2.96 ± 0.32 <sup>a</sup>
$b^*$	18.51 ± 0.81 <sup>d</sup>	17.10 ± 1.10 <sup>c</sup>	20.64 ± 0.68 <sup>b</sup>	19.41 ± 0.38 <sup>c</sup>	22.10 ± 0.75 <sup>a</sup>
硬度/N	14.33 ± 4.75 <sup>ab</sup>	19.09 ± 3.36 <sup>a</sup>	6.90 ± 1.60 <sup>c</sup>	11.17 ± 1.90 <sup>bc</sup>	10.88 ± 1.49 <sup>bc</sup>
感官弹性/%	62.81 ± 8.45 <sup>b</sup>	74.92 ± 0.83 <sup>a</sup>	72.61 ± 1.14 <sup>a</sup>	74.70 ± 0.86 <sup>a</sup>	74.64 ± 4.80 <sup>a</sup>
咀嚼性/mJ	27.08 ± 7.26 <sup>a</sup>	26.72 ± 7.40 <sup>a</sup>	13.24 ± 4.30 <sup>a</sup>	23.76 ± 5.07 <sup>a</sup>	25.81 ± 3.06 <sup>a</sup>
感官总分	5.75 ± 0.87 <sup>a</sup>	5.73 ± 0.69 <sup>a</sup>	6.05 ± 0.89 <sup>a</sup>	6.7 ± 0.77 <sup>a</sup>	6.18 ± 0.94 <sup>a</sup>
综合评分	30.55 ± 3.17 <sup>a</sup>	36.83 ± 1.91 <sup>a</sup>	36.36 ± 1.31 <sup>a</sup>	36.83 ± 0.97 <sup>a</sup>	36.74 ± 2.13 <sup>a</sup>

注: 同行数据标注不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )

## 2.5 最优方案验证

通过 9 次验证试验可知, 采用最优水平组合  $A_1C_1B_1$  的披萨面胚总酸度为 (18.74 ± 0.21)%、水分为 (30.44 ± 0.09)%、比容为 (2.76 ± 0.03) mL/g、 $L^*$  为 65.60 ± 0.04、 $a^*$  为 2.49 ± 0.04、 $b^*$  为 16.37 ± 0.06、硬度为 (13.27 ± 0.03) N、感官弹性为 (81.36 ± 0.05)%、咀嚼性为

(27.26 ± 0.09) mJ、感官评分总分为 (38.34 ± 0.27) 分、综合评分为 (38.84 ± 0.02) 分。与空白对照组和单一关键工艺的较优水平组相比, 最优关键工艺组合可有效提高披萨面胚的比容、 $a^*$ 、硬度、感官弹性、咀嚼性、感官评分和综合评分, 降低总酸度、 $L^*$ 、 $b^*$ , 对冷冻披萨面胚的品质有很好改良效果。

表6  $L_9(3^4)$  正交试验结果分析

水平	因素			总酸度 /%	水分 /%	比容 /mL/g	$L^*$	$a^*$	$b^*$	硬度 /N	感官弹性 /%	咀嚼性 /mJ	感官得分	综合评分
	A: 水分添加量 /%	B: 魔芋精粉添加量 /%	C: 酵母添加量 /%											
1	1	1	1	20.53	33.24	2.37	72.99	0.77	16.05	13.93	80.94	24.55	8.25	38.71
2	1	2	2	21.87	34.33	2.24	71.79	0.29	15.79	11.4	73.93	20.75	7.03	35.49
3	1	3	3	22.13	32.34	2.12	70.08	0.39	15.21	8.7	70.59	20.41	6.45	33.89
4	2	1	2	20.47	33.78	2.42	69.85	0.55	16.23	12.13	75.66	20.51	7.60	35.94
5	2	2	3	22.53	31.45	2.03	71.57	0.43	15.93	8.59	68.16	16.77	6.28	32.49
6	2	3	1	21.47	30.91	2.1	70.52	0.43	15.77	9.59	71.77	21.98	6.63	34.61
7	3	1	3	22.13	32.54	2.01	69.83	0.21	17.17	7.49	62.76	16.97	5.13	30.68
8	3	2	1	23.73	32.02	1.84	68.50	0.30	17.29	7.67	65.16	19.54	5.90	32.00
9	3	3	2	23.53	33.98	1.95	69.29	0.25	17.12	6.8	60.28	13.82	5.50	29.38
$K_1$	108.08	105.32	105.31											
$K_2$	103.03	99.97	100.81											
$K_3$	92.06	97.88	97.05											
$R_i$	5.34	1.78	2.75											

最优组合为:  $A_1 B_1 C_1$  影响主次为:  $A > C > B$

表7 主体间效应的检验

源	III型平方和	df	均方	F值	P值
校正模型	66.021 <sup>a</sup>	6	11.004	73.221	0.0014
截距	10213.797	1	10213.797	67966.119	0.0000
水分添加量 /%	44.780	2	22.390	148.992	0.0070
魔芋精粉添加量 /%	9.837	2	4.919	32.730	0.0300
酵母添加量 /%	11.403	2	5.702	37.941	0.0260
误差	0.301	2	.150		
总计	10280.119	9			
校正的总计	66.322	8			

### 3 结论

由于冷冻面团在生产加工过程中,受到冷冻、冷藏、解冻三方面的影响,酵母质量与面团组织结构的稳定性下降,冷冻面团与普通面团相比,存在着酵母存活率降低、面团醒发时间过长、成品体积偏小、储藏过程中产品持水量降低和面团组织结构被破坏等品质问题。<sup>[20-23]</sup>通过试验证明:确定

准确的水分添加量、魔芋精粉添加量和半干酵母添加量,预醒发冷冻披萨面团成品品质性能可以达到最佳。

在单因素试验中,水分的最佳添加量为50.00%~54.00%、魔芋精粉的最佳添加量为0.30%~0.50%、酵母的最佳添加量为0.60%~1.00%,在此条件下披萨面胚的品质有较好的优化效果。

通过正交试验证实:水分添加量、魔芋精粉添加量、酵母添加量对披萨面胚品质特性的影响均达到显著水平( $P < 0.05$ )。进一步得到了最佳关键工艺组合为:水分添加量为50.00%、酵母添加量为0.60%、魔芋精粉添加量为0.30%。依据该工艺组合制得的披萨面胚品质最佳,综合评分为38.84分。

### 参考文献:

- [1] 吴西芝, 吴琼, 刘宝林. 披萨极速制作新工艺的研究与展望[J]. 食品工业, 2017(10): 244-246.
- [2] 吴西芝, 陈菲, 吴琼, 等. 快速披萨制作工艺的研究[J]. 食品工业, 2017(9): 32-35.
- [3] 李燮昕. 冷冻面团一次发酵法制备法式面包的关键工艺参数研究[J]. 粮食与油脂, 2016, 29(6): 46-48.
- [4] 陈志伟, 徐顾榕, 陈坤, 等. 响应面优化混合发酵剂

- 制作冷冻面团馒头的生产工艺 [J]. 食品科技, 2016 (10): 120 - 126.
- [5] MA S, LI L, WANG X X, et al. Effect of mechanically damaged starch from wheat flour on the quality of frozen dough and steamed bread [J]. Food Chemistry, 2016, 202: 120 - 124.
- [6] PARK E Y, JANG S B, LIM S T. Effect of fructo - oligosaccharide and isomalto - oligosaccharide addition on baking quality of frozen dough. [J]. Food Chemistry, 2016, 213: 157 - 162.
- [7] 李曼昕. 冷冻面团技术在披萨面团制作中的应用研究 [J]. 食品科技, 2015(6): 197 - 200.
- [8] 周航, 郑万琴, 魏新明, 等. 微波速冻青稞披萨配方及关键工艺优化研究 [J]. 粮食与油脂, 2017, 30(4): 67 - 71.
- [9] 王世新, 杨强, 李新华. 水分对冷冻小麦面团质构及面筋蛋白二级结构的影响 [J]. 食品科学, 2017(9): 156 - 162.
- [10] 蒋启巍, 吴其飞, 徐斌, 等. 高含量抗性淀粉挂面的配方研究及其质构评价 [J]. 食品研究与开发, 2018, 39(2): 143 - 148.
- [11] 窦冰然, 郭会明, 骆海燕, 等. 活性干酵母及其在食品工业中的应用 [J]. 中国酿造, 2016, 35(8): 1 - 4.
- [12] 国家卫生和计划生育委员会. GB5009.3—2016 食品中水分的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [13] 黄益前, 廖诚成, 丁捷, 等. 响应面法优化松墨天牛幼虫青稞蛋糕原料配比研究 [J]. 美食研究, 2017, 34(1): 56 - 61.
- [14] 国家卫生和计划生育委员会. GB 5009.239—2016 食品酸度的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [15] 国家质量监督检验检疫总局. JJG 595—2002 测色色差计 [S]. 北京: 中国计量出版社, 2002.
- [16] 崔诚, 李保国, 管晓, 等. 真空预冷对蛋糕品质的影响 [J]. 食品与发酵工业, 2010(8): 115 - 117.
- [17] 何江红, 丁捷, 黄益前, 等. 响应面法优化速冻青稞鱼面鱼糜加工工艺 [J]. 美食研究, 2017, 34(4): 42 - 47.
- [18] 吕新河. 模糊评定法结合混料设计优化全蛋糊配方 [J]. 美食研究, 2018, 35(1): 24 - 27.
- [19] 胡欣洁, 赵雪梅, 丁捷, 等. 基于模糊综合评价法优化挤压型速冻青稞鱼面关键工艺 [J]. 食品与机械, 2017, 33(4): 164 - 170.
- [20] 武长柱. 冷冻面团焙烤面包生产工艺的研究与应用 [J]. 彭城大学学报, 1997(3): 27 - 29.
- [21] 宁娜静. 冷冻面团馒头制作关键工艺及品质改良研究 [D]. 郑州: 河南工业大学, 2011.
- [22] 刘若诗, 黄立群, 张峦, 等. 冷冻面团发酵技术在中式食品中的应用 I 海藻糖影响包子类冷冻面团中挥发性风味物质的研究 [J]. 食品科学, 2009(15): 21 - 25.
- [23] SASANO Y, HAITANI Y, HASHIDA K, et al. Simultaneous accumulation of proline and trehalose in industrial baker's yeast enhances fermentation ability in frozen dough [J]. Journal of Bioscience and Bioengineering, 2012, 113(5): 592 - 595.

## Process optimization of pre - proven dough for frozen pizza

JIANG Yuanhua<sup>1,2</sup>, LIU Chunyan<sup>3</sup>, ZHANG Yuwei<sup>2</sup>,  
MAO Yongjie<sup>2</sup>, ZHANG Lidan<sup>2</sup>, LAI Pan<sup>2</sup>, TANG Shanhu<sup>1</sup>

(1. College of Life Science and Technology, Southwest University of Nationalities, Chengdu, Sichuan 610000, China;

2. College of Food, Sichuan Tourism University, Chengdu, Sichuan 610100, China;

3. College of Food and Pharmacy, Zhejiang Ocean University, Zhoushan, Zhejiang 316022, China)

**Abstract:** The effects of water, konjac flour, and yeast on quality of pizza dough were investigated by single factor and orthogonal experiments. The results showed that the best parameters of the cooking process were: 50.00% of moisture, 0.30% of konjac flour, 0.60% of yeast with an overall score of 38.84 for the product.

**Key words:** pre-proven; frozen pizza dough; cooking technology; process optimization

(责任编辑: 赵 勇)