

山药面包加工工艺研究

许俊齐, 王充, 谢春芹*, 洪文龙, 凡军民, 曹森, 王许瑞 (江苏农林职业技术学院茶与食品科技学院, 江苏句容 212400)

摘要 [目的]探讨山药面包的最优配方及最佳工艺。[方法]以山药粉为研究对象,以感官得分和比容为评价指标,通过单因素和正交试验优化山药面包的配方和工艺条件。[结果]山药面包的最佳配方为(以面粉为基准)添加9%山药粉、28%白砂糖、2.2%酵母时感官评分为92.0,比容为4.71 mL/g;最佳工艺条件为和面时间25 min、发酵时间70 min、烘烤时间15 min,此时感官评分83.2,比容为4.61 mL/g。[结论]在最优配方和工艺条件下制得的山药面包在感官、色泽、口感、风味等方面表现比较突出。

关键词 山药粉;面包;配方;工艺;感官;焙烤

中图分类号 TS213.21 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)06-0186-05

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.06.056

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on the Processing Technology of Yam Bread

XU Jun-qi, WANG Chong, XIE Chun-qin et al (Department of Technology of Tea and Food Science, Jiangsu Agriculture and Forestry Vocational and Technical College, Jurong, Jiangsu 212400)

Abstract [Objective] To explore the optimal formula and best technology of yam bread. [Method] We used yam powder as the research object, sensory score and specific volume as evaluation indexes, the formula and process conditions of yam bread were optimized by single factor and orthogonal test. [Result] The best formula of yam bread was (based on flour) 9% yam powder, 28% white sugar, 2.2% yeast, sensory score was 92.0, specific volume was 4.71 mL/g. The optimal processing conditions were flour preparation time of 25 min, fermentation time of 70 min, and baking time of 15 min. At this time, the sensory score was 83.2, and the specific volume was 4.61 mL/g. [Conclusion] The yam bread prepared under the optimal formula and technological conditions is outstanding in senses, color, taste and flavor.

Key words Yam powder; Bread; Formula; Technology; Sensory; Baking

山药为薯蓣科多年生缠绕性藤本薯蓣(*Dioscorea opposita* Thunb)的块茎。薯蓣,又称为山药、淮山药、怀山药、淮山等,南方称之为淮山药、淮山,北方称之为怀山药、山药^[1]。《神农本草经》将其列为上品,称薯蓣“主伤中,补虚羸,除寒热邪气,补中益气力,长肌肉”,是一种上等的保健食品及中药材,在东南亚一带自古被广泛地作为医疗食材^[2-4]。山药是一种药食两用中药材,富含淀粉、蛋白质、多种氨基酸、脂肪、矿物质、甘露聚糖、植酸等多种营养物质,具有降血糖、降血脂、抗氧化、抗衰老、增强免疫力等多种功能。其营养价值、药用价值和抗病机制逐渐被发现和证明,越来越受到人们的青睐^[5-6]。

目前,由于极不易贮藏,褐变霉变严重,限制了山药的鲜销^[7]。可将山药制成山药薄片、山药罐头、山药饮料、山药酱^[8-10]、山药发酵果冻^[11]、山药面条^[12]、山药酸奶^[13]、山药蛋糕^[14]等产品在市场上销售,这些产品深受人们喜爱,具有良好的发展前景,但目前关于山药面包的产品并不多见。笔者通过将山药粉添加到焙烤食品面包中,探讨优化的原料配方和工艺技术,为面包进一步向营养型、保健型发展提供理论依据和技术参数,为山药的深加工和综合利用提供一条行之有效的途径。

1 材料与与方法

1.1 材料与设备 材料:铁棍山药、鸡蛋,市售;高筋筋粉(上海阜新面粉有限公司);酵母(安琪酵母有限公司);盐

(淮安盐业有限公司);糖(上海德阳食品有限公司);改良剂(济南安克生物工程有限公司)。

设备:YXD-40-8 面包发酵箱(佛山市顺德区圣托信息科技有限公司);VH-36 面包烤箱(广州市易贯通贸易有限公司);SZH-30 和面机(浙江赛旭食品机械有限公司)。

1.2 制作与评价

1.2.1 山药粉的制备。选料→清洗→去皮→切片→固化→烫漂→烘干→粉碎。

1.2.2 山药面包的制作流程。原料处理→面团调制→发酵→整形→醒发→焙烤→冷却。

1.2.3 山药面包的基本配方。山药面包基本配方见表1。

表1 山药面包的基本配方
Table 1 The basic formula of yam bread

| 序号 No. | 原料 Material | 用量 Dosage//g |
|-----------|----------------|-----------------|
| 1 | 高筋面粉 | 100.0 |
| 2 | 水 | 45.0 |
| 3 | 酵母 | 2.0 |
| 4 | 盐 | 0.5 |
| 5 | 白砂糖 | 25.0 |
| 6 | 黄油 | 5.0 |
| 7 | 鸡蛋 | 10.0 |
| 8 | 改良剂 | 0.6 |
| 9 | 山药粉 | 5.0 |

1.2.4 操作流程。

1.2.4.1 面团调制。将高筋面粉、速溶干酵母、面包改良剂、白砂糖、山药粉放入搅拌缸,开动机器慢速搅拌进行干粉混合。再缓缓加入鸡蛋液,先慢速搅拌3 min,再快速搅拌3~5 min直到形成面筋。加入黄油和食盐,先慢速搅拌3 min,再快速搅拌3~5 min,直到面团能够拉伸呈均匀半透明状且不

基金项目 江苏省大学生创新创业训练项目。

作者简介 许俊齐(1986—),男,陕西西安人,实验师,硕士,从事农产品加工及贮藏研究。*通信作者,副教授,硕士,从事食药真菌的教学与研究。

收稿日期 2018-09-12;修回日期 2018-09-21

易破裂,面团搅拌完成。

1.2.4.2 面团发酵。将面团从面缸中取出,在操作台上揉和均匀,在 28 ℃、湿度 75%~85% 的条件下醒发 20 min。

1.2.4.3 整形。将发酵好的面团分割成 50 g/个的生坯,挤压除去面团中的气体,搓圆,直接放入底部刷油的烤盘。

1.2.4.4 醒发。在 35~40 ℃、湿度 80%~90% 的条件下醒发 45 min,面包胚膨大至原先 2~3 倍大小。

1.2.4.5 烘焙。醒发好的面包胚表面用毛刷轻轻刷一层全蛋液,在上火 205 ℃、下火 180 ℃ 的条件下烘烤 13~15 min。

1.2.4.6 冷却。取出面包,室温自然冷却至 35 ℃ 以下。

1.2.5 比容的测定^[15]。采用小米替代法测定面包体积,称量面包质量(测量 2 次取其平均值)后按照式(1)计算其比容:

$$\text{比容}(\text{mL/g}) = \frac{\text{面积体积}(\text{mL})}{\text{面包质量}(\text{g})} \quad (1)$$

1.2.6 感官评价方法。组成 10 人评分小组,面包出炉 30 min 后,从面包的色泽、外观形状、甜度、弹柔性及口感 5 个方面对山药甜面包的品质进行评价,总分为 100 分(表 2)。记录并统计每人对各评分项的评分,最后求出平均值。

表 2 山药面包感官评价标准

Table 2 The sensory evaluation standard of yam bread

| 评分 Score | 色泽 Color and lustre | 外观形状 Appearance shape | 甜度 Sweetness | 弹柔性 Elastic flexibility | 口感 Texture |
|-------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|
| 15~20 | 顶部呈棕黄色且均匀一致,富有光泽,底部呈棕红色 | 形状完整,对称性好 | 稍甜 | 表皮硬度高,包心有弹性 | 口感细腻,香味浓郁,口溶性好 |
| 10~14 | 顶部呈棕褐色且均匀一致,色泽稍暗,底部呈深棕色 | 形状较完整,对称性一般 | 适中 | 表皮硬度较高,包心较有弹性 | 口感较细腻,香味较浓郁,口溶性较好 |
| <10 | 顶部呈棕黑色,色泽发暗,底部呈深棕色,有烤焦和发白现象 | 形状不完整,对称性差 | 不甜 | 表皮硬度低,包心没有弹性 | 口感不细腻,香味不浓郁,口溶性不好 |

1.3 试验设计

1.3.1 山药粉添加量对面包品质的影响。在基础面包配方的基础上分别添加 3%、5%、7%、9%、11% 山药粉,按照山药面包的制作流程制作面包,分别以感官评分及比容作为评价指标,探讨山药粉添加量对面包品质的影响。

1.3.2 白砂糖添加量对面包品质的影响。在基础面包配方的基础上分别添加 15%、20%、25%、30%、35% 白砂糖,按照山药面包的制作流程制作面包,分别以感官评分及比容作为评价指标,探讨白砂糖添加量对面包品质的影响。

1.3.3 黄油添加量对面包品质的影响。在基础面包配方的基础上分别添加 3%、5%、7%、9%、11% 黄油,按照山药面包的制作流程制作面包,分别以感官评分及比容作为评价指标,探讨黄油添加量对面包品质的影响。

1.3.4 酵母添加量对面包品质的影响。在基础面包配方的基础上分别添加 0.5%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0% 酵母,按照山药面包的制作流程制作面包,分别以感官评分及比容作为评价指标,探讨酵母添加量对面包品质的影响。

1.3.5 和面时间对面包品质的影响。在山药面包最佳配方的基础上分别设置和面时间 15、20、25、30、35 min,按照山药面包的制作流程制作面包,分别以感官评分及比容作为评价指标,探讨和面时间对面包品质的影响。

1.3.6 发酵时间对面包品质的影响。在山药面包最佳配方的基础上分别设置发酵时间 40、50、60、70、80 min,按照山药面包的制作流程制作面包,分别以感官评分及比容作为评价指标,探讨发酵时间对面包品质的影响。

1.3.7 焙烤时间对面包品质的影响。在山药面包最佳配方的基础上分别设置焙烤时间 10、12、14、16、18 min,按照山药面包的制作流程制作面包,分别以感官评分及比容作为评价指标,探讨焙烤时间对面包品质的影响。

1.3.8 山药面包配方正交试验设计。在前期单因素试验的基础上确定山药面包配方的主要影响因素是山药粉添加量、白砂糖添加量和酵母添加量。以山药粉添加量、白砂糖添加量、酵母添加量为影响因子,采用 3 因素 3 水平 $L_9(3^3)$ 正交试验设计方案,以面包感官评定和比容作为评价指标优化山药面包的配方。正交试验因素与水平见表 3。

表 3 山药面包配方正交试验因素及水平

Table 3 Level and factors in orthogonal test of yam bread formula

| 水平 Level | 山药粉添加量 Addition of yam powder | 白砂糖添加量 Addition of sugar | 酵母添加量 Addition of yeast |
|-------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1 | 8 | 22 | 1.8 |
| 2 | 9 | 25 | 2.0 |
| 3 | 10 | 28 | 2.2 |

1.3.9 山药面包加工工艺正交试验设计。在单因素试验的基础上确定山药面包工艺的主要影响因素是和面时间、发酵时间和焙烤时间。以和面时间、发酵时间、焙烤时间为影响因子,采用 3 因素 3 水平 $L_9(3^3)$ 正交试验设计方案,以面包感官评定和比容作为指标优化山药面包的加工工艺。正交试验因素与水平见表 4。

表 4 山药面包加工工艺正交试验因素水平

Table 4 Level and factors in orthogonal test of yam bread processing technology

| 水平 Level | 和面时间 Mixing time | 发酵时间 Fermentation time | 焙烤时间 Baking time |
|-------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| 1 | 22 | 65 | 13 |
| 2 | 25 | 70 | 14 |
| 3 | 28 | 75 | 15 |

2 结果与分析

2.1 山药粉添加量对山药面包感官评分和比容的影响 由

图1可知,随着山药粉添加量的增加,山药面包的感官评价得分及比容呈上升的趋势,当山药粉添加量为9%时感官评分最高,其感官评分为70.0,比容为4.6 mL/g,之后随着山药粉的添加增大,感官评分减少及比容减小。原因在于山药粉添加过多影响了面包的发酵体积、外观口感,并影响了山药面包的发酵。分析得出,山药面包中山药粉最适添加量为9%。

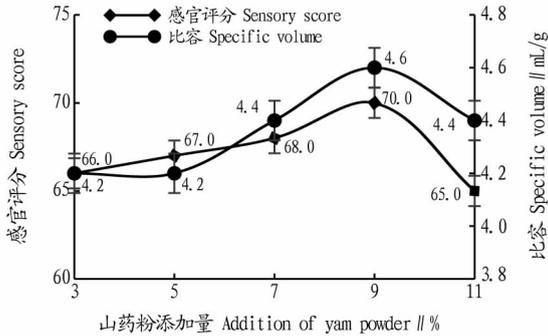


图1 山药粉添加量对山药面包感官评分和比容的影响

Fig.1 Effects of yam powder addition on sensory score and specific volume of yam bread

2.2 白砂糖添加量对山药面包感官评分和比容的影响

由图2可知,白砂糖添加量在15%~25%时感官评分和比容呈上升趋势,当白砂糖添加量在25%时感官评分和比容最高,其感官评分为75.0分,比容为4.6 mL/g。白砂糖可以提升面包口感和增加体积,添加过多会影响面团发酵,会令渗透压力增加,使酵母细胞的水量平衡失调,发酵速度变慢,使面筋不能充分扩展,烘烤出的面包体积小^[15]。分析得出,山药面包中白砂糖最适添加量为25%。

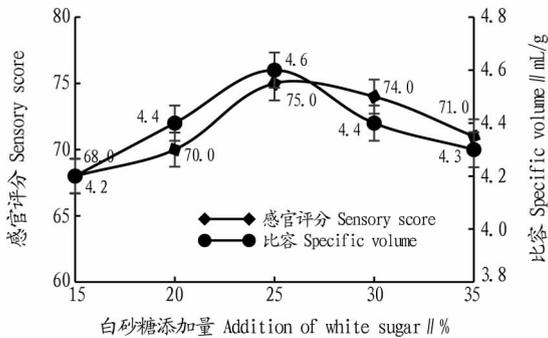


图2 白砂糖添加量对山药面包感官评分和比容的影响

Fig.2 Effects of white sugar addition on sensory score and specific volume of yam bread

2.3 黄油添加量对山药面包感官评分和比容的影响

黄油能使面包延展性更好,可塑性更强,其入炉后膨胀率也会更好,在烘烤过程中会使面包的口味、香气、颜色产生良好变化^[16]。由图3可知,随着黄油添加量的增加山药面包的感官评分及比容也上升,黄油添加量在7%时感官评分最高,感官评分为79.0,黄油添加量在9%时比容最高,比容4.8 mL/g。之后随着黄油的增加,山药面包的感官评分和比容减小。分析得出,山药面包中黄油最佳添加量为7%。

2.4 酵母添加量对山药面包感官评分和比容的影响

酵母

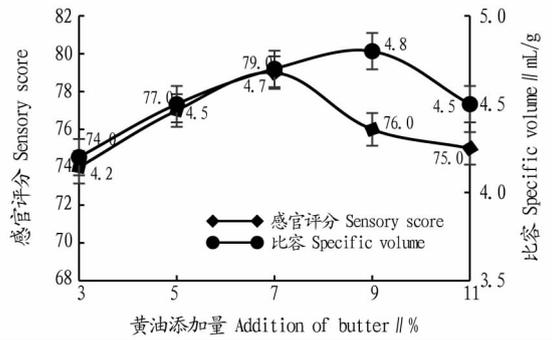


图3 黄油添加量对山药面包感官评分和比容的影响

Fig.3 Effects of butter addition on sensory score and specific volume of yam bread

的作用是在面包中发酵产生气体使面包膨胀,面筋扩展并让面包的风味发生改变,提升面包的营养价值。由图4可知,酵母添加量为0.5%~2.0%时,山药面包的感官评分和比容呈现上升趋势。在酵母添加量为2.0%时感官评分最高,山药面包感官评分为82.0,酵母添加量在2.5%时比容最高,比容是4.9 mL/g。这时面包的发酵程度适中,口感蓬松细腻,外观完整。之后随着酵母添加量的增加,山药面包的感官评分和比容下降。原因在于酵母添加过多时面包表面会出现裂纹,内部出现大气孔,同时面包会出现不良的酸味,影响食欲。分析得出,山药面包酵母最佳添加量为2.0%。

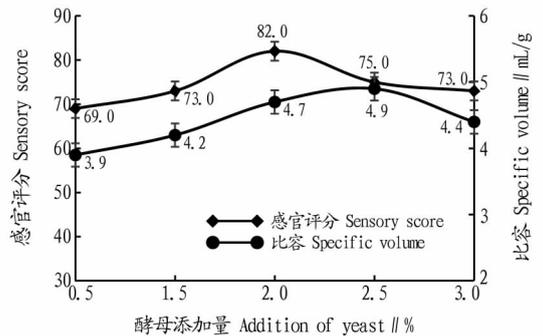


图4 酵母添加量对山药面包感官评分和比容的影响

Fig.4 Effects of yeast addition on sensory score and specific volume of yam bread

2.5 和面时间对山药面包感官评分和比容的影响

在面包的加工过程中,和面时间较少时面筋不能充分扩展,影响面包的外观和发酵程度,而过多和面使得面筋网状结构遭到破坏。由图5可知,随着和面时间的增加,山药面包的感官评分和比容增加。当控制和面时间在25 min时山药面包感官评分和比容最高,感官评分为77.0,比容为4.5 mL/g。之后随着和面时间的增加,山药面包的感官评分和比容呈现下降趋势。故认为山药面包中最佳和面时间为25 min。

2.6 发酵时间对山药面包感官评分和比容的影响

由图6可知,发酵时间过短会造成面包体积过小,内部组织不好,菌种产酸量不足,口味平淡;时间过长,会造成成品面包中间易塌陷,表皮有厚壳,影响面包外观和品质。随着发酵时间的增加,山药面包的感官评分和比容呈现先增大后减小的趋势,在发酵时间为70 min时,山药面包感官评分最高,感官评

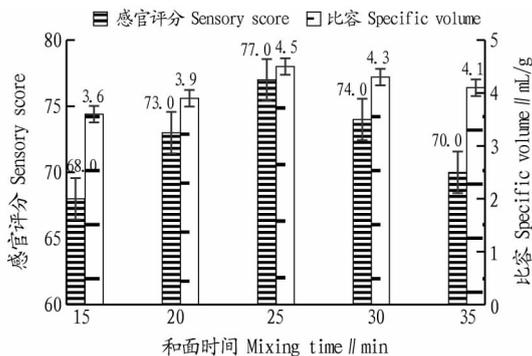


图5 和面时间对山药面包感官评分和比容的影响

Fig.5 Effects of mixing time on sensory score and specific volume of yam bread

分为 79.0 分,发酵时间在 60 min 时,山药面包比容最高,比容为 4.3 mL/g。综合以上感官评分和比容分析可知,山药面包最佳发酵时间为 70 min。

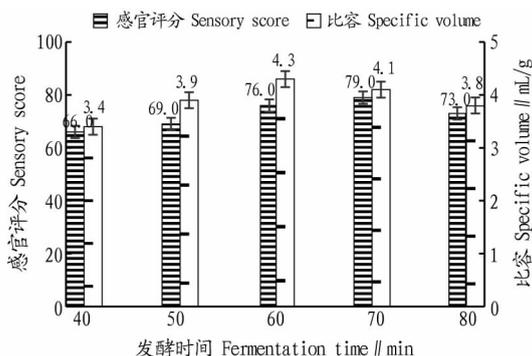


图6 发酵时间对山药面包感官评分和比容的影响

Fig.6 Effects of fermentation time on sensory score and specific volume of yam bread

2.7 焙烤时间对山药面包感官评分和比容的影响 由图 7

可知,随着焙烤时间增加,山药面包的感官评分和比容也增大。焙烤过程直接影响面包的组织 and 色泽,在焙烤温度一定的情况下,延长焙烤时间有利于面包的熟化,促进色、香、味的形成。但焙烤时间过短会导致面包夹生,影响口感。当山药面包的焙烤时间控制在 14 min 时,山药面包的感官评分和比容最大,感官评分为 79.0,比容为 4.6 mL/g。之后随着焙烤时间的增加,山药面包的感官评分和比容下降。原因在于焙烤时间过长会加重面包颜色和硬度,影响面包的风味。综合以上认为,山药面包最佳焙烤时间为 14 min。

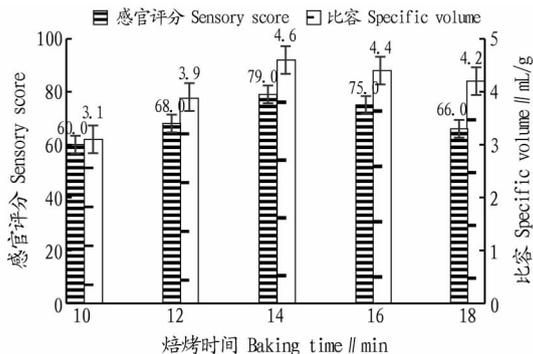


图7 焙烤时间对山药面包感官评分和比容的影响

Fig.7 Effects of baking time on sensory score and specific volume of yam bread

2.8 正交试验结果

2.8.1 山药面包配方优化。由表 5 可知,影响山药面包感官评价和比容的主次顺序均为 A>B>C,即山药粉添加量、白砂糖添加量、酵母添加量。根据山药面包配方的结果分析得出,优化后的配方为 A₂B₃C₃,即山药面包配方最佳配比:山药粉添加量为 9%、白砂糖添加量为 28%、酵母添加量为 2.2%,山药面包在此条件下口感、外观最好。

表 5 山药面包配方正交试验设计及结果

Table 5 Design and results of orthogonal test of yam bread formula

| 试验号 Test number | 因素 Factor | | | | Y ₁ 感官评分 Sensory score | Y ₂ 比容 Specific volume mL/g |
|-----------------------|---|--|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--|
| | A 山药粉添加量 Addition of yam powder/% | B 白砂糖添加量 Addition of sugar/% | C 酵母添加量 Addition of yeast/% | D 空列 Empty column | | |
| 1 | 1(8) | 1(22) | 1(1.8) | 1 | 81.4 | 4.15 |
| 2 | 1 | 2(25) | 2(2.0) | 2 | 83.5 | 4.26 |
| 3 | 1 | 3(28) | 3(2.2) | 3 | 88.1 | 4.50 |
| 4 | 2(9) | 1 | 2 | 3 | 86.7 | 4.42 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 90.8 | 4.63 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 91.5 | 4.67 |
| 7 | 3(10) | 1 | 3 | 2 | 83.6 | 4.26 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 84.2 | 4.30 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 87.2 | 4.45 |
| 感官评分 Sensory score | k ₁ | 84.33 | 83.90 | 85.70 | 86.47 | |
| | k ₂ | 89.67 | 86.17 | 85.80 | 86.20 | |
| | k ₃ | 85.00 | 88.93 | 87.50 | 86.33 | |
| | R | 5.33 | 5.03 | 1.80 | 0.27 | |
| | 主次顺序 | A>B>C | | | | |
| | 最优水平 | A ₂ B ₃ C ₃ | | | | |
| 比容 Specific volume | k ₁ | 4.303 | 4.277 | 4.373 | 4.410 | |
| | k ₂ | 4.573 | 4.397 | 4.377 | 4.397 | |
| | k ₃ | 4.337 | 4.540 | 4.463 | 4.407 | |
| | R | 0.270 | 0.263 | 0.090 | 0.013 | |
| | 主次顺序 | A>B>C | | | | |
| | 最优水平 | A ₂ B ₃ C ₃ | | | | |

扩大性验证试验:该研究获得的优化方案为 $A_2B_3C_3$,为了进一步确认其在实际生产中的可靠性与可行性,以其为条件,即山药粉添加量 9%、白砂糖添加量 28%、酵母添加量 2.2%,进行扩大性(中试)验证试验,测定其面包感官评分和比容,试验重复 3 次,感官评分平均值为 92.0,比容平均值为 4.71 mL/g。试验结果优于正交试验的 9 组试验组,故认为此配方为较佳的山药面包配方。

2.8.2 山药面包加工工艺优化。由表 6 可知,影响山药面包感官评价主次顺序为 $A>C>B$,即和面时间、焙烤时间、发酵时间,而影响山药面包比容顺序为 $A>B>C$,即和面时间、发酵时间、焙烤时间。从感官评分考虑, $A_2B_2C_3$ 为最优组合;从比容考虑, $A_2B_3C_2$ 为最优组合。通过试验验证得出 $A_2B_2C_3$ 组合优于 $A_2B_3C_2$ 组合,即山药面包最佳工艺条件是和面时间 25 min、发酵时间 70 min、焙烤时间 15 min。

表 6 山药面包加工工艺正交试验设计及结果

Table 6 The orthogonal test design and results of yam bread processing technology

| 试验号 Test number | 因素 Factor | | | | Y_1 感官评分 Sensory score | Y_2 比容 Specific volume mL/g |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| | A 和面时间 Mixing time min | B 发酵时间 Fermentation time min | C 焙烤时间 Baking time min | D 空列 Empty column | | |
| 1 | 1(22) | 1(65) | 1(13) | 1 | 72.3 | 3.65 |
| 2 | 1 | 2(70) | 2(14) | 2 | 75.7 | 3.77 |
| 3 | 1 | 3(75) | 3(15) | 3 | 76.8 | 3.89 |
| 4 | 2(25) | 1 | 2 | 3 | 79.3 | 4.03 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 82.7 | 4.27 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 80.2 | 4.57 |
| 7 | 3(28) | 1 | 3 | 2 | 80.4 | 4.34 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 78.6 | 4.21 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 78.1 | 4.28 |
| 感官评分 Sensory score | k_1 | 74.93 | 77.33 | 77.07 | 77.70 | |
| | k_2 | 80.73 | 79.00 | 77.70 | 78.77 | |
| | k_3 | 79.03 | 78.37 | 79.97 | 78.23 | |
| | R | 5.80 | 1.67 | 2.93 | 1.07 | |
| | 主次顺序 | | | $A>C>B$ | | |
| | 最优水平 | | | $A_2B_2C_3$ | | |
| 比容 Specific volume | k_1 | 3.83 | 4.00 | 4.14 | 4.06 | |
| | k_2 | 4.29 | 4.08 | 4.02 | 4.22 | |
| | k_3 | 4.22 | 4.31 | 4.23 | 4.11 | |
| | R | 0.45 | 0.30 | 0.20 | 0.16 | |
| | 主次顺序 | | | $A>B>C$ | | |
| | 最优水平 | | | $A_2B_3C_2$ | | |

扩大性验证试验:该研究获得的优化方案为 $A_2B_2C_3$,为了进一步确认其在实际生产中的可靠性与可行性,以其为条件,即和面时间 25 min、发酵时间 70 min、焙烤时间 15 min,进行扩大性(中试)验证试验,测定其感官评分和比容,试验重复 3 次,感官评分平均值为 83.2,比容平均值为 4.61 mL/g。试验结果优于正交试验的 9 组试验组,故认为此加工工艺为较佳的山药面包加工工艺。

3 结论

该研究对营养保健的山药面包进行研制,探索不同原料配比和面包加工工艺对面感官评分和比容的影响,经过单因素试验和正交试验而得出最佳配方,结论如下。

(1) 在山药面包配方的试验中确定了山药粉、白砂糖、黄油和酵母的最佳添加量,即山药粉为 9%、白砂糖为 25%、黄油为 7%、酵母为 2.0%。由试验结果得出,按此配方制作出的山药面包在色泽、外观形状、甜度、弹柔性及口感、比容等方面表现突出。

(2) 在山药面包加工工艺的试验中确定了山药面包的最佳加工工艺条件,即和面时间 25 min、发酵时间 70 min、焙烤时间 15 min。按照此加工工艺制作出的山药面包在颜色、外观形状、甜度、弹柔性及口感、比容等方面表现较好。

(3) 由正交试验得出山药面包最佳配方和加工工艺,当

山药粉添加量为 9%时能够提升面包的营养指标,改善面包的口感风味;白砂糖添加量为 28%时,能够提升面包的甜味,赋予面包更好的味道,促进酵母的发酵;酵母添加量为 2.2%时能够使面包更加蓬松柔软,提升面包的营养价值;和面时间 25 min 时面筋能够充分扩展,为随后的面包制作提供条件;发酵时间在 70 min 时面包发酵适中,面包口感蓬松富有营养;焙烤时间 15 min 时面包表皮金黄,风味较好。

将山药粉添加到面包中并且按照上述试验得出的最佳配方和加工工艺制作山药面包,表皮颜色金黄、瓤心白而有透明感、延展性好、气孔膜薄、组织均匀、有醇厚芳香味、营养价值高、加工方便,不仅提高了面包的营养保健价值,也为山药的进一步加工利用提供了有效的途径。

参考文献

- [1] 张丽芳,宋洪波,安风平,等.淮山药淀粉及其抗性淀粉理化性质的比较[J].中国粮油学报,2014,29(3):24-29.
- [2] 孙晓生,谢波.山药药理作用的研究进展[J].中药新药与临床药理,2011,22(3):353-355.
- [3] 陈艳.山药的药理作用与产品开发[J].食品与发酵科技,2015,51(1):60-62,69.
- [4] 徐贵华,宋照军,刘东方,等.山药面包的研制[J].食品科技,2014(11):31-32,36.
- [5] 吴存兵,李红涛,李西腾,等.无糖淮山药蛋糕的研制[J].食品工业科技,2014,35(19):242-246.

表 4 大米粉中毒死蜱和杀螟硫磷的加标回收率和精密度 ($n=6$)Table 4 Standard addition recovery and RSD ($n=6$) of the chlorpyrifos and fenitrothion in rice flour

| 农药名称 Pesticide name | 本底值 Background value mg/kg | 加标浓度 Standard addition concentration mg/kg | 测定值 Measured value mg/kg | 平均值 Mean mg/kg | RSD % | 回收率 Recovery % |
|------------------------|----------------------------------|--|--------------------------------|----------------------|----------|----------------------|
| 毒死蜱 Chlorpyrifos | 0 | 0.1 | 0.089 7 | 0.095 2 | 6.96 | 89.7 |
| | 0 | 0.1 | 0.093 5 | | | 93.5 |
| | 0 | 0.1 | 0.089 5 | | | 89.5 |
| | 0 | 0.1 | 0.100 9 | | | 100.9 |
| | 0 | 0.1 | 0.091 8 | | | 91.8 |
| | 0 | 0.1 | 0.105 7 | | | 105.7 |
| 杀螟硫磷 Fenitrothion | 0 | 0.1 | 0.091 8 | 0.094 2 | 6.79 | 91.8 |
| | 0 | 0.1 | 0.090 1 | | | 90.1 |
| | 0 | 0.1 | 0.104 8 | | | 104.8 |
| | 0 | 0.1 | 0.099 1 | | | 99.1 |
| | 0 | 0.1 | 0.087 9 | | | 87.9 |
| | 0 | 0.1 | 0.091 7 | | | 91.7 |

表 5 大米粉盲样测试结果

Table 5 Result of blind sample of rice flour

| 农药名称 Pesticide name | 指定值 Designated value//mg/kg | 实测值 Measured value//mg/kg | Z 值 Z value |
|------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------|
| 毒死蜱 Chlorpyrifos | 0.27 | 0.23 | -1.00 |
| 杀螟硫磷 Fenitrothion | 0.19 | 0.19 | 0.00 |

3 结论

本研究建立了快速测定大米粉中毒死蜱和杀螟硫磷农药残留量的检测方法,毒死蜱回收率为 89.5%~105.7%,相对标准偏差 (RSD) 为 6.96%;杀螟硫磷回收率为 87.9%~104.8%,RSD 为 6.79%;毒死蜱和杀螟硫磷的检出限均为 0.01 mg/kg。该方法具有简单、快速、成本低、灵敏度高和重现

性好等特点。通过能力验证说明,该方法可准确定量测定大米粉中毒死蜱和杀螟硫磷残留量,应用于实际检测工作,效果很好。

参考文献

- [1] FAO: 2014 年中国稻米产量将增至 20744 亿 t[J].粮油加工(电子版),2014(7):89-89.
 - [2] 赵祥梅,董英,王和生,等.QuEChERS-气-质联用法检测大米中 12 种农药残留物[J].中国食品学报,2010,10(2):214-220.
 - [3] 白旭光,唐利红.常用谷物保护剂在储粮中的残留与粮食卫生安全[J].粮油储藏,2008,33(2):30-32.
 - [4] THOMAS K P, PINNIGER D B, WILKIN D R. An assessment of chlorpyrifos-methyl, etrimfos, fenitrothion and pirimiphos-methyl as grain protectants[J]. Pestic Sci, 1987, 21: 57-72.
 - [5] COLLINS P J, NAYAK M K, KOPITTKER R. Residual efficacy of four organophosphate insecticides on concrete and galvanized steel surfaces against three liposcelid psocid species (Psocoptera: Liposcelidae) infesting stored products[J]. J Econ Entomol, 2000, 93(4): 1357-1363.
 - [6] 袁宝君,郑云雁,谢华民,等.粮食卫生标准:GB 2715—2005[S].北京:中国标准出版社,2005.
 - [7] 张莹,王绪卿,赵丹宇,等.食品中农药最大残留限量:GB 2763—2005[S].北京:中国标准出版社,2005.
 - [8] CEN. CEN/TC 275, N 236, Draft. Food of plant origin—Determination of pesticide residues using GC-MS and/or LC-MS/MS following acetonitrile extraction/partitioning and cleanup by dispersive SPE-QuEChERS-method[S]. European Committee for Standardization, 2006.
 - [9] 潘灿平,张微,王一茹,等.蔬菜、水果中 51 种农药多残留的测定 气相色谱-质谱法:NY/T 1380—2007[S].北京:中国农业出版社,2007.
 - [10] BERIJANI S, ASSADI Y, ANBIA M, et al. Dispersive liquid-liquid micro extraction combined with gas chromatography-flame photometric detection very simple, rapid and sensitive method for the determination of organophosphorus pesticides in water[J]. J Chromatogr A, 2006, 1123: 1-9.
 - [11] GEBREGZI Y T, FOSTER G D, KHAN S U. Simultaneous determination of carbaryl, malathion, fenitrothion, and diazinon residues in sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) [J]. J Agric Food Chem, 2000, 48(11): 5165-5168.
 - [12] ANDRADE G C R M, MONTEIRO S H, FRANCISCO J G, et al. Liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometry and dynamic multiple reaction monitoring method for the determination of pesticide residues in tomato[J]. Food Chem, 2015, 175: 57-65.
- (上接第 190 页)
- [6] 杜双奎,周丽卿,于修焯,等.山药淀粉加工特性研究[J].中国粮油学报,2011,26(3):34-40.
 - [7] 李宝霞,刘来正,王海花,等.山药系列健康食品开发与研究现状[J].山西中医学院学报,2011,12(3):76-78.
 - [8] 王小鹤,徐立伟.山药系列饮料的加工工艺研究[J].农业科技与装备,2011(5):31-32.
 - [9] 张亚超.山药饮品的研究进展[J].人参研究,2015(2):60-62.
 - [10] 陈默,范震,艾秋实,等.山药酸乳的配方优化[J].中国酿造,2012,31(12):144-146.
 - [11] 付荣霞,杨树成,刘华.发酵型山药果冻的研制[J].贵州农业科学,2010,38(9):198-202.
 - [12] 王丽霞,林光威,孙辰晨.山药营养面条的研制[J].农产品加工,2012(11):183-185.
 - [13] 杨鹏华,张庆.山药保健酸奶的研究[J].乳业科学与技术,2010,33(4):177-178.
 - [14] 黄娜,于国萍.小麦胚芽对面包品质的研究[J].农产品加工,2012(2):57-59.
 - [15] 程丽丽,朱海霞.螺旋藻面包配方和工艺及其品质研究[J].食品科技,2018,43(1):174-178.
 - [16] 杨利玲,袁超,谢亚兰,等.番茄营养面包的研制[J].包装与食品机械,2015,33(6):17-21.