

曹赓, 温成荣, 陈学亭, 等. 马铃薯蒸馍的配方优化 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(14): 178–184. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021090330

CAO Geng, WEN Chengrong, CHEN Xueting, et al. Optimization of the Formula of Potato Steamed Bread[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(14): 178–184. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021090330

· 工艺技术 ·

马铃薯蒸馍的配方优化

曹 赓, 温成荣*, 陈学亭, 胡冰冰

(大连工业大学食品学院, 国家海洋食品工程技术中心, 海洋食品精深加工关键技术省部共建协同创新中心, 辽宁大连 116034)

摘 要: 为了开发高含量马铃薯泥主食制品, 本文探究了马铃薯泥含量为 50% 的马铃薯蒸馍的最优配方。以面团发酵特性、蒸馍感官评分、质构和色差等为指标, 采用单因素和正交试验优化了马铃薯蒸馍配方。结果表明, 随着谷朊粉含量增加, 面团比容先增大后减小、宽高比先减小后增大, 蒸馍的硬度、胶着度和咀嚼度先减小后增大, 感官评分先增大后减小; 随着棕榈油和酵母含量增加, 面团比容增大、宽高比减小, 蒸馍的硬度、胶着度和咀嚼度和感官评分增大。正交试验优化得到蒸馍的最佳配方为: 马铃薯泥 50%、面粉 30%、谷朊粉 5%、水 7%、棕榈油 4%、酵母 3.5%、小苏打 0.2%、盐 0.3%, 在此条件下得到的马铃薯蒸馍的感官评分为 90.50 分, 蒸馍表面光滑、色泽亮丽均匀、外观挺立饱满并且具有马铃薯香气。本研究结果可为马铃薯主食化加工提供了理论基础。

关键词: 马铃薯, 蒸馍, 配方, 优化

中图分类号: TS213.2

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2022)14-0178-07

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021090330

本文网刊:



Optimization of the Formula of Potato Steamed Bread

CAO Geng, WEN Chengrong*, CHEN Xueting, HU Bingbing

(School of Food Science and Technology, Dalian Polytechnic University, National Engineering Research Center of Seafood, Collaborative Innovation Center of Seafood Deep Processing, Dalian 116034, China)

Abstract: In order to develop staple foods containing high content mashed potato, the optimal formula of potato steamed bread with 50% mashed potato was explored. The formula of potato steamed bread was optimized by single factors and orthogonal experiment with taking potato dough fermentation characteristics, sensory evaluation, texture and color difference of potato steamed bread as indicators. The results showed that with the increasing of gluten content, the specific volume of dough increased firstly and then decreased, but the width to height ratio decreased initially followed by an increase. The hardness, stickiness and chewiness of potato steamed bread decreased initially, and then increased, while the sensory score increased firstly and then decreased. As palm oil and yeast contents increased, the specific volume of potato dough increased, but the width to height ratio decreased. The hardness, stickiness, chewiness and sensory score of potato steamed bread increased gradually. The optimal formula was obtained as follows: Potato 50%, flour 32%, gluten 5%, water 7.0%, palm oil 4%, yeast 3.5%, baking soda 0.2%, salt 0.3%, in which the sensory score of steamed bread was 90.50 scores, and the potato steamed bread had smooth surface, bright and uniform color, upright and full appearance, and potato aroma. The study could be used as theoretical basis for potato staple food processing.

Key words: potato; steamed bread; formula; optimization

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 又名洋芋、土豆, 是茄科一年生草本植物^[1]。从 2017 年开始, 中国马铃薯种植面积和总产量居世界首位^[2-3]。马铃薯中含有维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 C、矿物质、钙、

钾、铁等, 并且具有低脂肪、低热量、低糖分的营养特点^[4-5]。目前, 我国马铃薯工业化产品主要用于加工薯条、淀粉、全粉、粉丝、粉条等, 产品种类较少、营养价值单一, 同发达国家相比还有存在加工能

收稿日期: 2021-09-28

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2016YFD0401304)。

作者简介: 曹赓 (1995-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 农产品加工与贮藏, E-mail: bu52@163.com。

* 通信作者: 温成荣 (1984-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 农产品加工与贮藏, E-mail: wencr2014@163.com。

力不强、产业链不够完善、加工产品单一等差距^[5-6]。2015 年,我国政府提出马铃薯主食化战略,将马铃薯作为第四大主粮进行主食产品开发及产业推广,有利于进一步发挥马铃薯作为主食的营养价值,推动马铃薯全产业链的发展。

蒸馍是我国传统的发酵蒸制面食制品,在中国饮食文化中扮演着重要的角色,深受北方人民的喜爱。随着市场的发展,人民消费水平的提升,蒸馍的种类不断丰富,添加了薯类、豆类、杂粮等的蒸馍越来越受欢迎^[7]。将小麦粉与马铃薯结合制备蒸馍,丰富了蒸馍的种类,增加了蒸馍的营养价值、也丰富了马铃薯主食产品^[8]。而目前马铃薯蒸馍以添加马铃薯全粉为主,虽然马铃薯全粉可以较大程度的保持马铃薯中的维生素、矿物质、氨基酸等营养成分,可以改善食品口感,调整食品营养结构,使用较为方便^[9],但是马铃薯全粉生产存在能耗高、营养成分损失、特征风味减弱等问题^[10],也增加了马铃薯蒸馍的生产成本。而将马铃薯制泥后直接添加到蒸馍中可以很好的解决这些问题,现有研究发现马铃薯薯泥添加量为 30% 的蒸馍具有较好的品质^[11],添加量继续升高会存在面团黏度大、发酵难、难成型等技术难题,从而导致蒸馍品质下降^[12]。提高蒸馍中马铃薯原薯的含量成为马铃薯主食化的一个重要研究方向。

本文研究了高含量马铃薯泥蒸馍,分析了谷朊粉与面粉、水与棕榈油、酵母与小苏打的比例对马铃薯蒸馍的品质的影响;通过正交优化方法,确定马铃薯蒸馍最优配方。研究结果可为马铃薯系列产品开发提供理论基础,丰富马铃薯主食产品。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

大西洋品种马铃薯(干物质 24%,淀粉含量 15%,还原糖含量 0.16%) 甘肃薯香园农业科技有限公司;低筋小麦粉 豫粮集团濮阳专用面粉有限公司;酵母 安琪酵母股份有限公司;小苏打 吉林省杞参食品有限公司;谷朊粉 承德魁仙食品有限公司;食盐 大连盐业有限公司;棕榈油 天津市聚龙粮油有限公司。

SCC-WE101 万能蒸烤箱 德国 Rational 公司; AB204 型电子天平 梅特勒-托利多仪器有限公司; YP6001N 型电子天平 上海精密科学仪器有限公司; BQPJ-1 切片机 中国艾博公司;北格第五代饴饹型压面机 浙江金华华强机械公司; TA.XT Plus 物性测试仪 英国 SMS 公司; UltraScan PRO 测色仪 美国 HunterLab 公司; KENWOOD-KM020 厨师机 英国凯伍德家电公司; TF-16 发酵箱 加拿大雷鸟食品机械公司。

1.2 实验方法

1.2.1 马铃薯蒸馍制作方法 将马铃薯置于蒸锅中隔水加热 1.4 h,去皮切块,用饴饹机挤压 3 次得到马铃薯薯泥。采用面粉三次加入、面团三次发酵法进

行发酵。首先,将活化好的酵母和马铃薯薯泥加入厨师机中搅拌均匀,依次加入 83.33% 低筋面粉、谷朊粉、小苏打和食盐,搅拌均匀,揉制成面团,置于温度 32 ℃、湿度 75% 条件下一次发酵 2 h;然后揉入 10% 低筋面粉,二次发酵 1 h;再揉入 6.67% 低筋面粉,三次发酵 1 h;最后加入棕榈油并揉至均匀,得到马铃薯蒸馍面团。将面团分成 50 g 左右的蒸馍生胚,置于 100 ℃ 蒸箱中蒸制 30 min,得到马铃薯蒸馍。

1.2.2 单因素实验 根据预实验结果,基本配方为马铃薯 50%、面粉 30%、谷朊粉 5%、水 8.6%、棕榈油 2.4%、酵母 2.1%、小苏打 1.6%、食盐为 0.3%。分别研究谷朊粉和面粉的总含量为 35%,比例分别为 1:34、3:32、5:30、7:28、9:26,其他物料比例不变;水和棕榈油的总含量为 11%,比例分别为 10.2:0.8、9.4:1.6、8.6:2.4、7.8:3.2、7:4,其他物料比例不变;酵母和小苏打的总含量为 3.7%,比例为 0.7:3、1.4:2.3、2.1:1.6、2.8:0.9、3.5:0.2,其他物料比例不变,马铃薯发酵面团特性和马铃薯蒸馍品质。

1.2.3 正交试验 根据单因素实验结果,以谷朊粉和面粉比例、水和棕榈油比例、酵母和小苏打比例设计三因素三水平的正交试验(表 1),以感官评分为指标选出最佳配方。

表 1 正交试验因素与水平设计
Table 1 Factor and horizontal design

编号	A谷朊粉和面粉的比例	B水和棕榈油的比例	C酵母和小苏打的比例
1	5:30	8.6:2.4	2.1:1.6
2	7:28	7.8:3.2	2.8:0.9
3	9:26	7:4	3.5:0.2

1.2.4 发酵特性测定 采用小米体积替代法测定面团的体积,使用分析天平测得面团的重量,根据以下公式(1)计算面团比容。用游标卡尺测量蒸馍的直径和高度,宽高比按公式(2)计算。

$$\lambda = V/M$$
式 (1)

式中:λ 为比容, mL/g; V 为面团体积, mL; M 为面团重量, g。

$$R = D/H$$
式 (2)

式中: R 为宽高比, cm; D 为面团直径, cm; H 为面团高度, cm。

1.2.5 质构测定 蒸馍质构特性的测定采用质构剖面分析(TPA)的方法^[13]。选择 P50 探头,测前速率 1 mm/s,测试速率和测后速率均为 2 mm/s;压缩比例为 50%;触发力为 5 g。

1.2.6 色差测定 采用测色仪测定马铃薯蒸馍的色差,从蒸馍的中心部位取样,制成 5 cm×4 cm×4 cm 样品,测定色差参数 L^* 、 a^* 、 b^* 。此外,色度按下式计算^[14]。

$$\text{色度} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$
式 (3)

表 2 马铃薯蒸馍感官评价标准

Table 2 Standard for sensory evaluation of potato steamed bread

项目(分值)	评分标准(分)		
比容(20分)	比容 ≥ 2.3 mL/g, 每少0.1减1分		
色泽(10分)	颜色亮丽均匀(8~10)	颜色暗稍不均匀(5~7)	颜色灰暗不均匀(0~4)
外观(20分)	挺立、饱满、表面光滑(17~20)	轻微塌陷、表面微皱,有轻微收缩现象(11~16)	萎缩、与品种造型不一致(0~10)
内部结构(10分)	纵剖面气孔小而均匀(8~10)	气孔大小适中(5~7)	气孔大小不均匀(0~4)
口感滋味(20分)	口味淡香,有发酵香味,咀嚼适口、较柔软、易下咽(17~20)	口感软硬适中(11~16)	略带面腥味,咀嚼干硬(0~10)
弹性(20分)	回弹快、能复原、能压 1/2(17~20)	回弹稍差,能压 1/4 以上(11~16)	回弹弱(0~10)

1.2.7 感官评价 将蒸馍冷却到室温,选取有感官评定经验的 10 人进行评价,去掉最大值和最小值后,取平均值。感官评分标准参照 GB/T 17320-2013《小麦品牌品质分类》的蒸馍评定方法做部分修改(表 2)^[15]。

1.3 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 进行实验数据统计分析,采用 SPSS22.0 进行显著性分析($P<0.05$),采用 Origin 2018 进行作图。

2 结果与分析

2.1 谷朥粉和面粉的比例对马铃薯蒸馍的影响

随着谷朥粉和面粉中谷朥粉比例的增大,面团的比容先增大后减小(图 1A),宽高比先减小后增加(图 1B),面团的比容曲线升高和宽高比曲线降低的时间从 140 min 延长至 160 min;马铃薯蒸馍的硬度、胶着度、咀嚼度先显著减小后显著增大(图 1C, $P<0.05$),感官评分先显著升高后显著降低(图 1D,

$P<0.05$),谷朥粉和面粉的比例在 5:30 时,面团有最大的比容 3.74 mL/g 和最小的宽高比为 1.2,蒸馍的硬度、胶着度和咀嚼度最小值为 1013.32 g、817、783.26,感官评分值达到最大值 90 分。适量的谷朥粉可以增加面团中的面筋含量,改善面团的弹性、持气性,制品松软^[16],但体积过度膨大会引起产品气孔不均,硬度、咀嚼度、胶着度过小。过量的谷朥粉会导致面团的面筋过多,使蒸馍硬度过大,口感降低^[17-18]。周杰等^[19]发现蒸馍的咀嚼度在 1000 左右时,甘薯蒸馍口感较好。

由表 3 可知,随着谷朥粉和面粉中谷朥粉比例的增大, L^* 值、 a^* 值、 b^* 值和色度呈现升高的趋势,蒸馍的白亮度增强,偏向红色和黄色。其中谷朥粉和面粉在 3:32 和 5:30 比例时, a^* 、 b^* 值和色度都没有显著性差异($P>0.05$),随后显著性升高($P<0.05$); L^* 值在 5:30 时出现显著性升高($P<0.05$)。以感官评

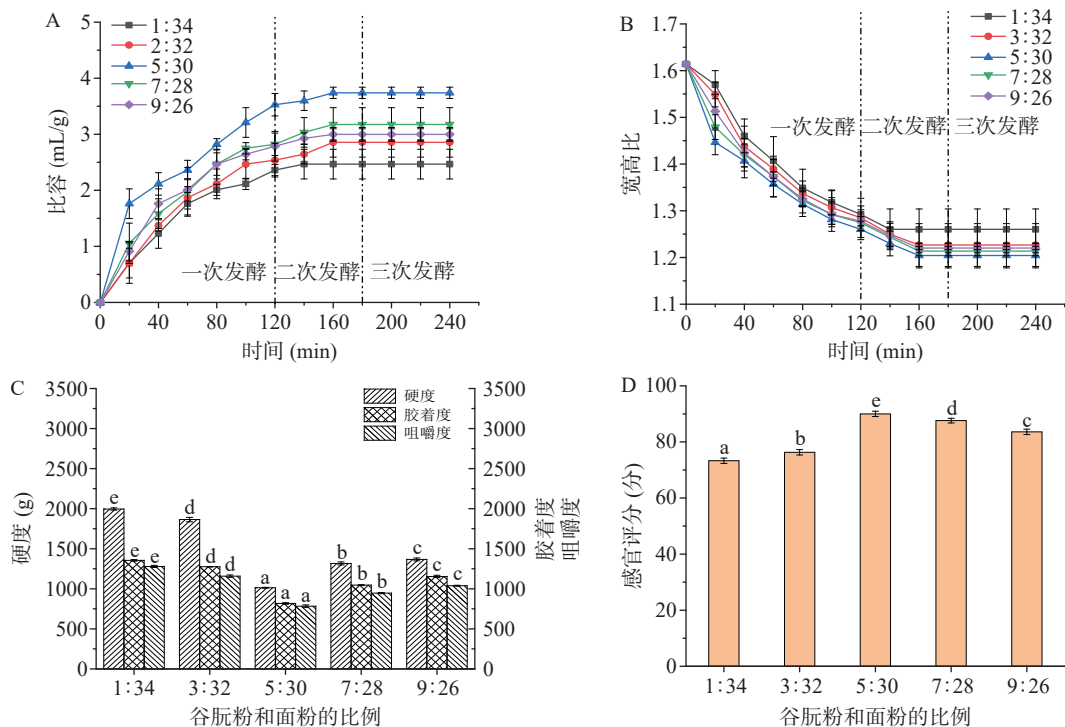


图 1 不同谷朥粉和面粉比例对马铃薯面团和蒸馍的影响

Fig.1 Effect of different gluten and flour ratios on potato dough and steamed bread

注: A: 面团的比容; B: 面团的宽高比; C: 蒸馍的质构特性; D: 蒸馍的感官评分; 不同字母表示差异显著($P<0.05$); 图 2~图 3、表 3~表 5 同。

表 3 不同谷朥粉和面粉比例下马铃薯蒸馍的色度
Table 3 Color of potato steamed bread with different ratios of gluten and flour

指标	谷朥粉和面粉比例				
	1:34	3:32	5:30	7:28	9:26
L^*	63.42±0.33 ^a	63.99±1.24 ^a	65.33±0.44 ^b	65.63±0.89 ^b	65.55±0.94 ^b
a^*	-0.08±0.37 ^a	0.26±0.15 ^b	0.36±0.10 ^{bc}	0.67±0.19 ^{cd}	0.84±0.12 ^d
b^*	20.35±0.82 ^a	21.96±0.54 ^b	22.00±0.76 ^b	22.70±0.79 ^c	24.77±0.48 ^d
色度	20.29±0.07 ^a	22.07±0.39 ^b	22.35±0.37 ^b	22.98±0.28 ^c	24.97±0.19 ^d

定为基础,综合考虑蒸馍事宜的硬度、胶着度、咀嚼度(图 1)和色度(表 3),选择谷朥粉和面粉的比例 5:30、7:28、9:26 进行后续正交试验。

2.2 水和棕榈油的比例对马铃薯蒸馍的影响

随着水和棕榈油中棕榈油比例的增加,面团的比容增大(图 2A),宽高比减小(图 2B),面团的比容曲线升高和宽高比曲线降低的从 160 min 延长至 180 min;马铃薯蒸馍的硬度、胶着度和咀嚼度显著减小(图 2C, $P<0.05$),感官评分显著升高(图 2D, $P<0.05$);水和棕榈油的比例在 7:4 时,面团有最大的比容值 3.99 mL/g 和最小的宽高比 1.17,蒸馍的硬度、胶着度和咀嚼度有最小值为 1456.62 g、982.03、928.25,

感官评分值最高为 88.70 分。这可能是因为棕榈油具有疏水作用和润滑作用,抑制水和淀粉结合,使酵母利用水和淀粉充分发酵,同时能促进面团的自由水与面筋蛋白结合,加速面筋网络的形成,使面团质地变得柔软,增大面团体积^[20]。

由表 4 可以看出,随着棕榈油含量的增加,蒸馍的 L^* 值、 a^* 值和色度数值逐渐增大,蒸馍的表面白亮度增强,并且有偏红色和黄色的趋势,这与棕榈油具有增加亮度的作用有关^[21]。其中在水和棕榈油的比例达到 7.8:3.2 时, L^* 值从 64.02 增加至 66.70 显著升高($P<0.05$), b^* 在二者比例为 7:4 时从 21.41 显著升高至 22.90($P<0.05$),色度在 8.6:2.4 时从 20.84

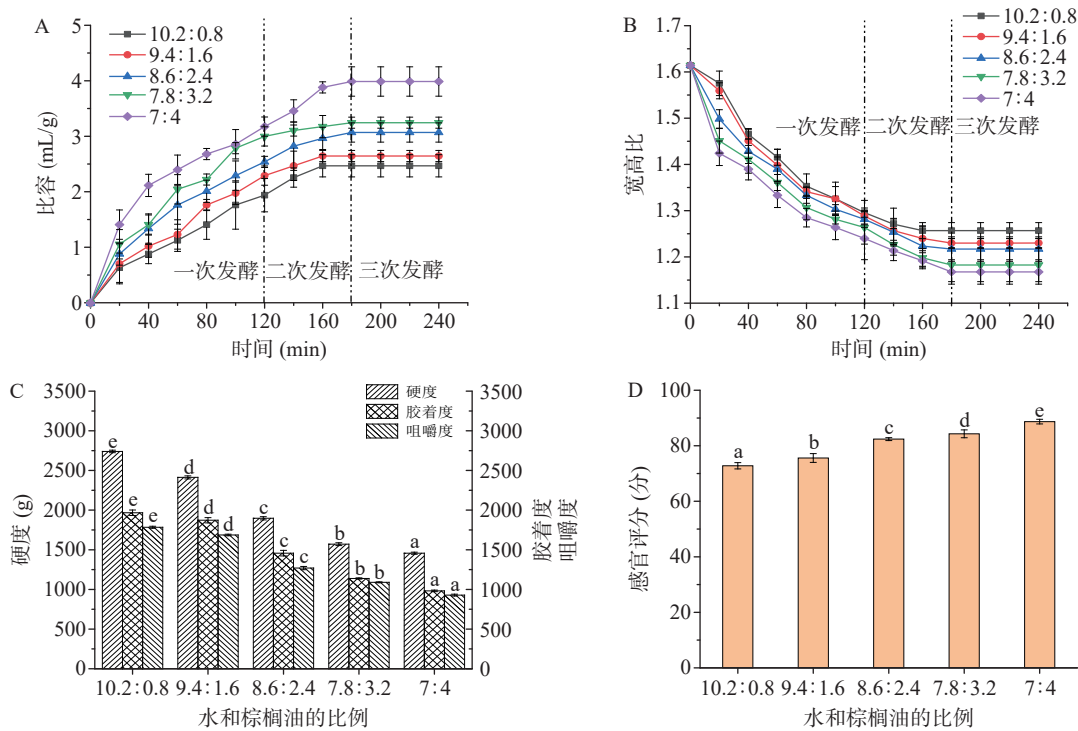


图 2 不同水和棕榈油比例的马铃薯面团和蒸馍的影响
Fig.2 Effect of different water and palm oil ratios on potato dough and steamed bread

表 4 不同水和棕榈油水平下马铃薯原薯蒸馍的色度
Table 4 Color of potato steamed bread with different water and palm oil ratios

指标	水和棕榈油的比例				
	10.2:0.8	9.4:1.6	8.6:2.4	7.8:3.2	7:4
L^*	63.55±0.90 ^a	63.99±0.98 ^a	64.02±1.39 ^a	66.70±1.48 ^b	67.24±1.48 ^b
a^*	0.44±0.13 ^a	0.46±0.26 ^a	0.58±0.17 ^a	0.68±0.09 ^{ab}	0.94±0.18 ^b
b^*	20.65±0.41 ^a	21.68±1.03 ^a	21.16±0.70 ^a	21.41±0.49 ^a	22.90±0.32 ^b
色度	20.17±0.46 ^a	20.84±0.15 ^a	21.16±0.12 ^b	21.54±0.16 ^b	23.12±0.17 ^c

显著升高至 21.16 ($P<0.05$)。以感官评定为基础,综合考虑蒸馍适宜的硬度、胶着度、咀嚼度(图 2)和色度(表 4),选择水和棕榈油的比例 8.6:2.4、7.8:3.2、7:4 进行后续正交实验。

2.3 酵母和小苏打的比例对马铃薯蒸馍的影响

随着酵母和小苏打中酵母比例增加,面团的比容(图 3A)逐渐升高和宽高比(图 3B)逐渐降低,比容曲线升高和宽高比曲线下降时间从 140 min 延长至 200 min;蒸馍的硬度、胶着度和咀嚼度显著性降低(图 3C, $P<0.05$),感官评分显著性升高(图 3D, $P<0.05$),酵母和小苏打的比例在 3.5:0.2 时,面团具有最大的比容为 4.23 mL/g 和最小的宽高比为 1.17,蒸馍具有最小的硬度、胶着度和咀嚼度为 1255.25 g、1033.67、952.01,最大的感官评定值为 91 分。随着小苏打含量降低,面团内部的 pH 降低,酵母菌数量增加,有利于酵母菌发酵,产生大量气体,面团比容增大,宽高比减小,蒸馍的硬度、胶着度和咀嚼度减小^[22-23]。

由表 5 可以看出,随着酵母和小苏打中酵母比例增加, L^* 值、 a^* 值、 b^* 和色度逐渐增大。其中 L^* 在 0.7:3 和 2.1:1.6, 以及 2.8:0.9 和 3.5:0.2 之间具有

显著性差异 ($P<0.05$); a^* 值开始显著增加 ($P<0.05$), 当二者比例从 2.8:0.9 到 3.5:0.2 升高不显著;除了 2.1:1.6 和 2.8:0.9 之间,其他组的 b^* 值存在显著性差异 ($P<0.05$)。小苏打调节面团 pH 与酵母发酵产生协同作用使蒸馍变得更加亮白^[24], 蒸馍色泽由暗褐色变为光亮明艳。以感官评定为基础,综合考虑蒸馍事宜的硬度、胶着度、咀嚼度(图 3)和(表 5),蒸馍的硬度值较低相应的胶着度和咀嚼度较低,口感降低,综合考虑选择酵母和小苏打比例 2.1:1.6、2.8:0.9、3.5:0.2 进行后续正交试验。

2.4 正交试验优化马铃薯蒸馍的配方

根据单素实验结果,选取面粉和谷朊粉比例、水和棕榈油比例、酵母和小苏打比例进行 $L_9(3^3)$ 正交实验,确定各组分最佳添加量。正交试验结果如表 6 所示。

从表 6~表 7 可知,对马铃薯蒸馍感官评分的影响因素主次关系为:水和棕榈油比例>酵母和小苏打比例>面粉和谷朊粉比例。最优组合为 $A_1B_3C_3$, 即面粉和谷朊粉比例为 5:30,水和棕榈油比例为 7:4,酵母和小苏打比例 3.5:0.2,此时感官评分为 90.50 分。

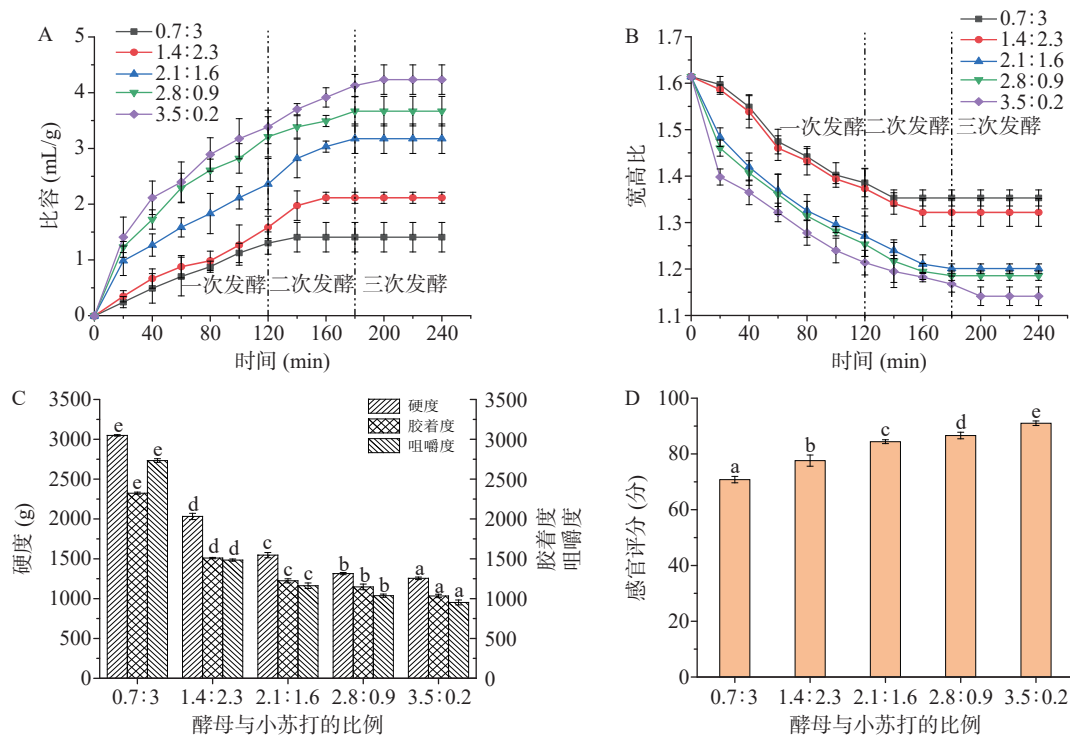


图 3 不同酵母与小苏打比例对马铃薯面团和蒸馍的影响

Fig.3 Effect of different yeast and baking soda ratios on potato dough and steamed bread

表 5 不同酵母和小苏打比例下马铃薯蒸馍的色度

Table 5 Color of potato steamed bread with different ratios of yeast and baking soda

指标	酵母与小苏打比例				
	0.7:3	1.4:2.3	2.1:1.6	2.8:0.9	3.5:0.2
L^*	61.34±0.93 ^a	62.26±0.66 ^{ab}	63.55±0.72 ^b	66.18±1.56 ^c	70.49±1.65 ^d
a^*	-1.16±0.18 ^a	0.16±0.10 ^b	0.43±0.09 ^c	0.81±0.13 ^d	0.96±0.08 ^d
b^*	16.41±0.55 ^a	17.71±0.43 ^b	21.78±0.25 ^c	21.82±0.42 ^c	22.60±0.52 ^d
色度	16.40±0.61 ^a	17.62±0.34 ^b	21.32±0.67 ^c	21.75±0.25 ^c	22.91±0.34 ^d

表 6 正交试验结果

Table 6 Results of orthogonal experiment

实验号	A	B	C	感官评分(分)
1	1	1	1	72.00
2	1	2	2	81.50
3	1	3	3	90.50
4	2	1	2	63.50
5	2	2	3	84.00
6	2	3	1	87.00
7	3	1	3	76.50
8	3	2	1	68.00
9	3	3	2	79.00
K1	244.00	212.00	227.00	
K2	234.50	233.50	224.00	
K3	223.50	256.50	251.00	
k1	81.33	70.67	75.67	
k2	78.17	77.83	74.67	
k3	74.50	85.50	83.67	
r	6.83	14.83	9.00	

注:1~9分别代表9个实验组合;K1~K3分别代表各要素的和;k1~k3分别代表各要素的平均值;r代表极差。

表 7 正交试验结果方差分析

Table 7 Analysis of variance of orthogonal test results

	偏差平方和	自由度	均方	F	显著性
A	130.604	2	65.302	2.318	0.421
B	360.417	2	180.208	6.398	0.269
C	206.5	3	68.833	2.444	0.432
误差	28.167	1	28.167		
总计	55391	9			

可得马铃薯蒸馍的最佳配方为马铃薯原薯 50%、面粉 30%、谷朊粉 5%、水 7%、棕榈油 4%、酵母 3.5%、小苏打 0.2%、盐 0.3%。但是方差分析得出面粉和谷朊粉比例、水和棕榈油比例、酵母与小苏打比例对马铃薯蒸馍感官品质没有显著性影响。

3 结论

以马铃薯薯泥含量为 50%,辅以面粉、谷朊粉、棕榈油等制备的蒸馍表面光滑、色泽亮丽、质地松软、外观饱满。通过单因素实验和正交试验得到马铃薯蒸馍的最优配方为:马铃薯薯泥 50%、面粉 30%、谷朊粉 5%、水 7%、棕榈油 4%、酵母 3.5%、小苏打 0.2%、盐 0.3%,所制得的蒸馍综合加权评分最高,90.5。此时马铃薯香味浓郁,具有较高的接受度。综上,添加马铃薯泥可提高蒸馍的营养价值,降低马铃薯蒸馍的生产成本,未来还需对马铃薯蒸馍的生产工艺进行优化,减少面团发酵时间,本研究为该产品的工业化推广提供参考。

参考文献

- [1] 程晓惠,李琳,肖帅,等.马铃薯主食化的问题与对策研究[J].粮食与油脂,2020,33(1):12-14. [CHENG X H, LI L, XIAO S, et al. Problems and countermeasures of using potato as staple food[J]. Cereals & Oils, 2020, 33(1): 12-14.]
- [2] 傅童成,唐朝臣,焦大春,等.栽培技术对马铃薯营养和食用品质的影响[J].中国马铃薯,2020,34(6):366-373. [FU T C, TANG C C, JIAO D C, et al. Cultivation technique influences on nu-

tritional and edible qualities of potato[J]. Chinese Potato Journal, 2020, 34(6): 366-373.]

- [3] 崔永伟,杜聪慧,李树君.中国马铃薯种薯产业发展分析与展望[J].农业展望,2020,16(1):71-76. [CUI Y W, DU C H, LI S J. Analysis and prospect on china's seed potato industrial development[J]. Agricultural Outlook, 2020, 16(1): 71-76.]
- [4] 彭鑑君,吴刚,杨延辰,等.马铃薯颗粒全粉与雪花全粉的生产应用[J].粮油食品科技,2007(4):12-13. [PENG J J, WU G, YANG Y C, et al. Production and application of potato granule powder and snowflake powder[J]. Science and Technology of Cereals, 2007(4): 12-13.]
- [5] 李燮昕,周航,刘世洪,等.马铃薯全粉速冻披萨饼坯的工艺优化研究[J].粮食与油脂,2021,34(4):114-118,128. [LI X X, ZHOU H, LIU S H, et al. Study on technology optimization of potato full flour frozen pizza[J]. Cereals & Oils, 2021, 34(4): 114-118,128.]
- [6] 马梦梅,木泰华,孙红男.营养健康型薯类食品加工与副产物高值化利用研发进展[J].食品安全质量检测学报,2020,11(24):9154-9163. [MA M M, MU T H, SUN H N. Research progress of nutritional and healthy potato food processing and high-value utilization of by-products[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(24): 9154-9163.]
- [7] 戴媛,冷进松,傅婷婷.豌豆蛋白面包的制作工艺优化及其品质[J].食品工业科技,2020,41(11):194-199. [DAI Y, LENG J S, FU T T. Optimization of preparation process of pea protein bread and its quality characteristics[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(11): 194-199.]
- [8] 吴海霞,田志芳.马铃薯全粉馒头制作配方优化及其质构特性主成分分析[J].食品研究与开发,2020,41(13):88-92. [WU H X, TIAN Z F. Optimization of potato steamed bread formula and principal component analysis of texture profiles[J]. Food Research and Development, 2020, 41(13): 88-92.]
- [9] 张云煊,李书国.马铃薯全粉对比萨饼底加工工艺及品质的影响[J].食品科学,2017,38(22):239-245. [ZHANG Y H, LI S G. Effect of potato flour on processing and quality of pizza base[J]. Food Science, 2017, 38(22): 239-245.]
- [10] 张艺莹,刘伟,张良,等.酶解马铃薯泥对馍质构和风味的影响[J/OL].中国粮油学报:1-12[2021-09-01].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2864.TS.20210604.1426.013.html. [ZHANG Y X, LIU W, ZHANG L, et al. Effects of enzymatic modified mashed potatoes on the texture and flavor of nang[J/OL]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association: 1-12[2021-09-01].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2864.TS.20210604.1426.013.html.]
- [11] 曹燕飞,张凤婕,张天宇,等.响应面法优化马铃薯生浆馒头的发酵工艺[J].食品研究与开发,2019,40(8):32-39. [CAO Y F, ZHANG F J, ZHANG T Y, et al. Optimization of fermentation process for potato pulp steamed bread by response surface methodology[J]. Food Research and Development, 2019, 40(8): 32-39.]
- [12] 姜鹏飞,陈玲,高婧妍,等.不同改良剂对马铃薯发酵面团特性的影响[J].现代食品科技,2020,36(12):161-167. [JIANG P F, CHEN L, GAO J Y, et al. Effects of different modifiers on the characteristics of potato fermented dough[J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(12): 161-167.]

- [13] HSU C T, CHANG Y H, SHIAU S Y. Color, antioxidation and texture of dough and Chinese steamed bread enriched with pitaya peel powder[J]. *Cereal Chemistry*, 2018, 96(1): 75–76.
- [14] YANG Z, XU F, ZHANG Z, et al. Genetic determination of sex and shell color in the Pacific abalone *Haliotis discus hannai* revealed by an integrated linkage map[J]. *Animal Genetics*, 2019, 50(6): 733–739.
- [15] 黑龙江农产品安全研究所. 小麦品种品质分类. GB/T. 17320-2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013. [Heilongjiang Institute of Agricultural Product Safety. Quality classification of wheat varieties. GB/T. 17320-2013[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.]
- [16] KATHARINAA S, PETERK. Optimization of micro-scale extension tests for wheat dough and wet gluten[J]. *Journal of Cereal Science*, 2018, 79: 477–485.
- [17] 孙涟漪. 谷朊粉基面粉改良剂的制备研究[D]. 无锡: 江南大学, 2014. [SUN L Y. Study on the preparation of gluten-based flour improver starter cultures[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2014.]
- [18] 徐小娟. 营养面包的开发及其品质提升的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2019. [XU X J. Study on the development and quality improvement of nutritional bread[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2019.]
- [19] 周杰, 孙科祥. 甘薯渣粉对馒头品质的影响及品质改良方法[J]. *粮食与油脂*, 2021, 34(9): 73–77. [ZHOU J, SUN K J. Effect of sweet potato residue powder on the quality of steamed bread and its improvement method[J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2021, 34(9): 73–77.]
- [20] ISAAK C, SAPIRSTEIN H, WU Y, et al. Effects of water absorption and salt on discrimination of wheat gluten strength assessed by dough mixing and protein composition[J]. *Journal of Cereal Science*, 2019, 89: 102752.
- [21] JIANG H, XU W, DING Y, et al. Quantitative analysis of yeast fermentation process using Raman spectroscopy: Comparison of CARS and VCPA for variable selection[J]. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2020, 228: 117781.
- [22] 滕超, 曲玲玉, 师雨梦, 等. 传统面食发酵剂中酵母菌的筛选及性能研究[J]. *中国食品学报*, 2017, 17(11): 74–81. [TENG C, QU L Y, SHI Y M, et al. Studies on fermentation characteristics of the yeasts screened from traditional starter cultures[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2017, 17(11): 74–81.]
- [23] CHANGX H, HUANGX Y, TIANX Y, et al. Dynamic characteristics of dough during the fermentation process of Chinese steamed bread[J]. *Food Chemistry*, 2020: 312.
- [24] CHENG J, HUR J, LIY H. Potassium bicarbonate improves dough and cookie characteristics through influencing physicochemical and conformation properties of wheat gluten[J]. *Food Chemistry: X*, 2020, 5: 100075.