

甘薯生全粉对面团特性及馒头品质的影响

蔡沙, 蔡芳, 施建斌, 隋勇, 熊添, 何建军, 陈学玲, 范传会, 家志文, 梅新*

(湖北省农业科学院农产品加工与核农技术研究所, 湖北武汉 430064)

摘要: 该实验以甘薯-小麦混粉为原料, 探究甘薯生全粉添加量对混粉特性、混粉面团特性以及甘薯生全粉馒头综合品质影响的研究。结果表明, 甘薯生全粉中主要成分为淀粉, 含量约为 64.60%; 随着混粉中甘薯生全粉含量的增加, 混粉的持水性从 1.16 g/g 增加至 1.70 g/g, 持油性呈先增大后减小的变化趋势。随着甘薯生全粉添加量增大, 混粉粉质特性变差, 面团加工品质降低; 随着混粉面团中甘薯生全粉含量的增加, 面团的 T_0 、 T_p 、 T_c 、硬度逐渐增大, 弹性逐渐减小; 甘薯生全粉添加量在 20% 以内时, 甘薯馒头感官评分大于 70, 馒头的质构、比容和白度仍在可接受范围内。综上所述, 当甘薯生全粉添加量小于 10% 时, 混合面团的加工特性和馒头品质较优; 当甘薯生全粉添加量小于 20wt% 时, 混合面团的加工特性和馒头品质在可接受范围内。

关键词: 甘薯生全粉; 添加量; 面团特性; 馒头; 综合品质

文章编号: 1673-9078(2022)11-219-225

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.11.0005

Effects of Raw Whole Sweet Potato Flour on Dough Characteristics and Steamed Bread Quality

CAI Sha, CAI Fang, SHI Jianbin, SUI Yong, XIONG Tian, HE Jianjun, CHEN Xueling, FAN Chuanhui, JIA Zhiwen, MEI Xin*

(Research Institute of Agricultural Products Processing and Nuclear-Agricultural Technology, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China)

Abstract: In the present study, sweet potato-wheat flour mixture was used as the raw material to explore the addition amount of raw whole sweet potato flour on the characteristics of mixed flour and mixed flour dough, as well as the comprehensive quality of raw whole sweet potato flour steamed bread. Results showed that the main component of the raw whole sweet potato flour was starch, which accounted for about 64.60%. With the increase of the proportion of raw sweet potato flour in the mixed flour, the water-holding capacity of the mixed flour increased from 1.16 g/g to 1.70 g/g, and the oil-holding capacity firstly increased then decreased. With the increase of the amount of the added raw sweet potato flour, the properties of mixed flour became worse and the processing quality of dough decreased. With the increase of the proportion of the raw sweet potato flour in the mixed flour dough, the T_0 , T_p , T_c of the dough increased gradually, the hardness increased and the elasticity decreased gradually. When the content of raw whole sweet potato flour was within 20%, the sensory score of the resulting steamed bread was above 70, and the texture, specific volume and whiteness of steamed bread were acceptable. In summary, when the addition amount of sweet potato powder was less than 10%, the processing characteristics of mixed dough and the quality of steamed bread were better. When the addition amount of sweet potato powder was less than 20%, the processing characteristics of mixed dough and the quality of steamed bread were acceptable.

Key words: raw sweet potato flour, volume of addition, dough characteristics, steamed bread, comprehensive quality

引文格式:

蔡沙,蔡芳,施建斌,等.甘薯生全粉对面团特性及馒头品质的影响[J].现代食品科技,2022,38(11):219-225

CAI Sha, CAI Fang, SHI Jianbin, et al. Effects of raw whole sweet potato flour on dough characteristics and steamed bread quality [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(11): 219-225

收稿日期: 2022-01-05

基金项目: 湖北省技术创新专项(重大项目)(2019AEE022)

作者简介: 蔡沙(1989-),女,助理研究员,研究方向:农产品加工与副产物综合利用, E-mail: 378079021@qq.com

通讯作者: 梅新(1978-),男,博士,研究员,研究方向:农产品加工与副产物综合利用, E-mail: 112076404@qq.com

甘薯又名地瓜、红薯,是我国仅次于水稻、小麦、玉米的主要粮食作物^[1]。甘薯中富含淀粉、可溶性糖,以及多种维生素及钙、磷、铁等无机盐类,新鲜甘薯还含有较高含量的微量元素以及抗氧化物质如多酚等,是天然的“生理碱性”食物,具有调节体内酸碱平衡、提高免疫力、促进消化和防癌等作用^[2-5]。甘薯全粉保持了甘薯果肉的色泽、风味,包含新鲜甘薯中除薯皮以外的全部干物质:淀粉、蛋白质、糖、脂肪、纤维、灰分、维生素、矿物质等^[6]。与小麦粉等混合配粉后制作成食品,可使其蛋白质组成更加全面,从而更有效地发挥甘薯的营养保健价值^[7]。

田双起等^[8]研究发现,甘薯生全粉作为添加剂制作食品时,添加量越高,面条断条率越高,馒头面包弹性越差,饼干越难成形,但在一定的添加量范围内可制作出风味、口感尚佳的面条、馒头和饼干。冯悦、朱红等^[9,10]的研究结果表明,甘薯全粉具有较高的持水性和冻融稳定性且全粉糊黏度较高,可添加到休闲食品或者冷冻食品中稳定食品质构,改善产品外观和口感,也可以加工成速溶固体饮料。贾玉华等^[11]在研究甘薯渣粉对小麦粉面团物化特性及面包品质影响时发现,含不同比例甘薯渣粉的混合粉在吸水量、形成时间、稳定时间等指标上存在显著差异;面团拉伸距离、拉伸面积不显著,拉伸最大力存在显著差异;当甘薯渣粉添加量为0~9%时,面包硬度增大不显著,且此时的感官评分较高。

本研究利用甘薯生全粉和小麦粉配粉,研究甘薯生全粉添加量对面团特性以及馒头品质影响,以期为甘薯生全粉的利用和精深加工提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

甘薯生全粉,湖北根聚地农业发展股份有限公司;小麦粉,一加一天然面粉有限公司。

1.2 仪器与设备

CS-580A 分光测色仪,杭州彩谱科技有限公司;TA-XTPlus 质构仪,英国 Stable Micro Systems 公司;Mixolab 混合试验仪,法国肖邦技术公司。

1.3 方法

1.3.1 甘薯生全粉中基本成分的测定

甘薯生全粉中灰分、蛋白质、脂肪和淀粉等含量的测定分别参照GB 5009.4-2016、GB 5009.5-2016、GB 5009.6-2016、GB 5009.9-2016中的方法进行。

1.3.2 混粉特性分析

1.3.2.1 混粉(甘薯生全粉-小麦粉)的制备

甘薯生全粉与小麦粉按一定比例混合后得混粉,分别制备甘薯生全粉质量分数为0%、5%、10%、20%、30%、40%、50%的混粉备用。(如甘薯生全粉添加量为5%的混粉:小麦粉95g和甘薯生全粉5g,其它不同比例的混粉添加量以此类推)。

1.3.2.2 持水性

参照蔡沙等^[12]的方法进行测定。取一定量样品,记为 M_1 ,按料液比1:20(g/mL)加入蒸馏水,室温条件下搅拌30min,2500r/min离心10min,弃上清液,沉淀物称重记为 M_2 ,按下式计算持水性(A,g/g):

$$A = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \quad (1)$$

1.3.2.3 持油性

参照蔡沙等^[12]的方法进行测定。取一定量样品,记为 M_3 ,按料液比1:10(g/mL)加入大豆油,充分混匀,室温条件下放置1h,1500r/min离心10min,残渣物称重记为 M_4 ,按下式计算持油性(B,g/g):

$$B = \frac{M_4 - M_3}{M_3} \quad (2)$$

1.3.3 面团物化特性分析

1.3.3.1 面团的制备

按混粉与水的比例1:0.9混合,搅拌至可以用手握成团即可(5min左右)。

1.3.3.2 粉质特性

参照张纷等^[13]的方法进行测定。实验协议为Chopin⁺,搅拌刀转速80r/min,面团质量75g,水箱温度30℃,目标扭矩(1.1±0.05)N·m。运行过程中,温度设置分为三个阶段,第一阶段(恒温阶段),30℃保持8min;第二阶段(升温阶段),以4℃/min升温到90℃,并在此温度下保持10min;第三阶段(降温阶段),以4℃/min从90℃降温到50℃,并在此温度下保持5min。

1.3.3.3 糊化特性

参照肖东等^[14]的方法并作适当修改。取适量(小于10mg)样品放于DSC坩埚中,压平,使之均匀地平铺于坩埚中,压盖密封,4℃贮存1晚。测试条件:扫描温度范围为20~95℃,升温速率均为10℃/min,测定以空坩埚作为参比,载气为氮气,流量为50mL/min。每组样品重复测试三次,取平均值。

1.3.3.4 质构

参照林江涛等^[15]的方法并作适当修改。测前速度25m/s、测中速度5m/s、测后速度5m/s;目标模式:应变;触发模式Auto(Force),触发力:5.0g。

1.3.3.5 核磁

参照肖东等^[14]的方法并作适当修改。取 3 g 甘薯混粉面团样品,制成直径为 1.5 cm、高为 2 cm 的圆柱形样品,并使用保鲜膜包裹样品。测试参数:采样点数 2048,重复扫描次数 8,弛豫衰减时间 1 000 ms。通过 CPMG 脉冲序列表征样品的横向弛豫时间。

1.3.4 馒头制作工艺流程

称取甘薯生全粉、小麦粉共 200 g (混合粉), 2 g 酵母,加入适量温水(约 90 g),充分搅拌直至无颗粒,反复揉制,直至面团不粘手、不粘盆、表面光滑均匀、无明显白块且富有弹性;于 35 ℃、湿度 70%条件下第

一次发酵 1 h。发酵完毕后,揉捏按压将面团中的气体排出直至面团横切面无较大气孔;切割面团,制成馒头坯。于相同条件下进行二次醒发,时间 20 min,二次醒发后于蒸锅内蒸制 20 min,冷却至室温即可。

1.3.5 馒头综合品质分析

1.3.5.1 感官评价

将馒头切成数块,选择 10 名同学组成感官评价小组,用描述性的感官评估方法对馒头的色泽、风味和口感等方面进行评分,评分结果取 10 名同学的平均值。馒头的感官品质评价标准见表 1。

表 1 感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation standard

项目	分数	得分标准
比容	15	比容 ≥ 2.8 : 15分;比容 ≤ 1.5 : 最低分2分;比容在2.8~1.5: 每下降0.1扣1分
表皮状况	5	表面光滑,光泽好: 5分;表皮塌陷、皱缩、有凹点、有气泡或烫斑: 1~4分,酌情扣分
馒头高度/cm	5	高 ≥ 6.0 cm: 5分;高 ≤ 4.0 cm: 1分;高在6.0~4.0 cm: 每下降0.5 cm扣1分
表面色泽	10	颜色略黄且均匀: 8~10分;黄色不明显且分布不均匀: 6~8分;颜色暗淡且分布不均匀: 1~6分
内部结构	15	淡淡的纹路,气孔小且均匀: 12~15分;中等: 9~12分;气孔大而均匀: 1~9分
外观形状	10	球形、对称、挺、表面光滑: 7~10分;中等: 4~7分;形状大小各异: 0~3
黏性	15	口感好,不黏牙: 12~15分;中等,略黏牙: 9~12;口感不好,很黏牙: 1~9分
气味	5	具有淡淡的甘薯香味,无异味: 4~5分;有异味: 1~3分
弹性	20	还原性好,耐咀嚼: 16~20分;中等: 12~16分;还原性差,不耐咀嚼: 1~12分

1.3.5.2 比容

参照 GB/T 21118-2007 中的方法并作适当修改。将蒸制后的馒头冷却 1 h 后,测定馒头的质量、体积。根据国标中小米体积置换测定法测量馒头的体积,再根据公式计算馒头的比容,每组实验做 3 次平行,取平均值作为最终结果。

$$P = \frac{V}{M} \quad (3)$$

式中:

P ——馒头比容, mL/g;

V ——馒头体积, mL;

M ——馒头质量, g。

1.3.5.3 白度

参照蔡沙等^[16]的方法进行测定。将馒头切片置于传感器下直接测量,在平行测试中令传感器与馒头每次在不同位置接触以获取不同测试点。每组实验做 3 次平行,取其平均值作为最终结果。测定 L^* 、 a^* 、 b^* 的值,根据公式计算样品的白度。

$$W = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} \quad (4)$$

式中:

L^* ——明亮指数;

a^* ——红绿值;

b^* ——黄蓝值;

W ——亨特白度。

1.3.5.4 质构

参照林江涛等^[15]的方法并作适当修改。将冷却了的甘薯馒头切成大约 2 cm 厚的均匀馒头片;测试前速率为 1.0 mm/s,测试中速率为 5.0 mm/s,测试后速率为 5.0 mm/s;压缩率: 75%;每组实验做多次平行,最终结果取其平均值。

1.4 数据处理

采用 Excel 2013 和 SPSS 17.0 分析软件进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 小麦粉和甘薯生全粉基本成分分析

如表 2 所示,甘薯生全粉中主要成分为淀粉,含量约为 64.60%,高于小麦粉(59.00%)中淀粉含量;蛋白质含量为 4.21%,低于小麦粉(11.20%)中蛋白质含量;脂肪含量为 1.13%,略高于小麦粉(0.74%)中脂肪含量。

表2 小麦粉和甘薯生全粉中基本成分含量 (%)

成分	水分	灰分	蛋白质	脂肪	淀粉
小麦粉	13.40±0.24	0.38±0.18	11.20±0.20	0.74±0.07	59.00±1.97
甘薯生全粉	9.24±0.26	2.50±1.00	4.21±0.16	1.13±0.06	64.60±2.34

2.2 甘薯生全粉添加量对混粉特性影响

甘薯生全粉添加量对混粉特性的影响如图1所示,由图可知,随着混粉中甘薯生全粉含量的增加,混粉的持水性逐渐增大,持水性与样品中淀粉的含量和性质有关,直链淀粉越多,吸水能力越强^[7]。随着混粉中甘薯生全粉含量的增加,混粉的持水性不断增加,说明甘薯生全粉的持水能力较强,其直链淀粉含量高于小麦粉^[18],这与相关研究结果一致:小麦中的直链淀粉约占总淀粉质量分数的12.56%~14.74%^[19,20],而甘薯生全粉的直链淀粉约占总淀粉质量分数的18%左右。

随着混粉中甘薯生全粉含量的增加,混粉的持油性呈先增大后减小的变化趋势。甘薯生全粉质量分数为10%和30%时,混粉持油性最高(分别为2.12 g/g和2.07 g/g),甘薯生全粉质量分数为0%和5%时,混粉持油性最低,分别为1.66 g/g和1.77 g/g。持油性与样品中亲油性物质的含量和性质有关,脂类、疏水性蛋白等含量越高,持油能力越强^[21]。添加了甘薯生全粉的混粉持油性高于小麦粉,说明甘薯生全粉的持油能力较强,这是因为其脂肪含量高于小麦粉,小麦中的脂肪含量约为0.80%,而甘薯生全粉的脂肪质量分数约为1.13%。此外,由于甘薯生全粉中蛋白质量分数(4.21%)低于小麦粉(11.00%),加入过多的甘薯生全粉会减少蛋白和脂肪形成络合物,反而导致其持油性稍有下降。

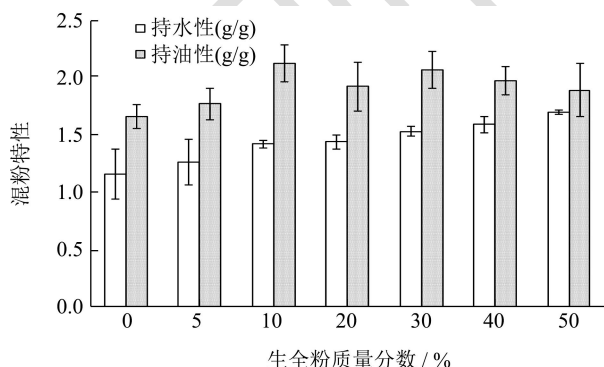


图1 甘薯生全粉对混粉特性影响

Fig.1 Influence of raw sweet potato flour on characteristics of mixed flour

2.3 甘薯生全粉添加量对面团特性的影响

2.3.1 粉质特性

甘薯生全粉添加量对面团粉质特性的影响如图2所示,由图2可知,随着生全粉含量的增加,形成时间和稳定时间呈逐渐减小的变化趋势,形成时间从4.52 min下降至2.34 min,稳定时间从6.58 min下降至2.07 min。随着生全粉含量的增加,弱化度呈逐渐上升的变化趋势,从106增加至273,粉质指数呈逐渐下降的变化趋势,从50下降至25。说明甘薯生全粉的加入会使得面团的粉质特性变差,对剪切力降解的抵抗力变低,面筋强度变小,加工处理性能变差。

一般而言,面团的形成时间、稳定时间越大而弱化度越小,面团的粉质特性越好^[22-24]。由试验结果可知,未添加甘薯生全粉的面团特性最好,随着甘薯生全粉含量的增加,面团中面筋蛋白逐渐被稀释,面团筋力减弱,面团稳定性下降、弱化度升高、粉质指数降低,面团的加工性能变差。

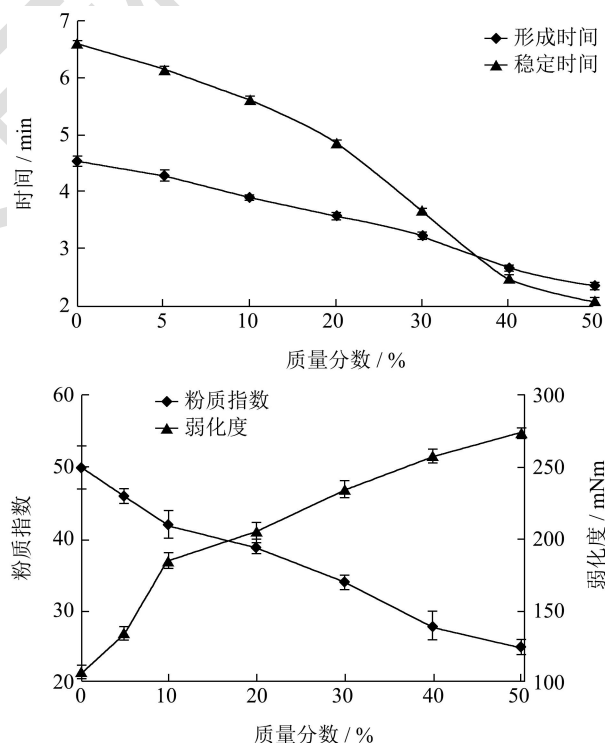


图2 甘薯生全粉对面团粉质特性的影响

Fig.2 Influence of raw sweet potato flour on farinograph characteristic of dough

2.3.2 糊化特性

甘薯生全粉添加量对面团糊化特性的影响如图3所示,由图可知,随着甘薯生全粉含量的增加,面团的 T_0 、 T_P 、 T_C 均呈逐渐增大的变化趋势,因面团中淀

粉类型和直链淀粉含量的不同,表现出的糊化特征不同,糊化特性参数与面团中直链淀粉含量存在着一定的相关性^[25]。

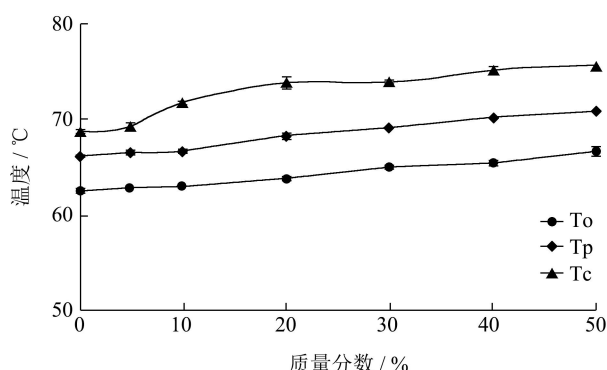


图3 甘薯生全粉对面团糊化特性的影响

Fig.3 Influence of raw sweet potato flour on pasting characteristic of dough

2.3.3 质构

甘薯生全粉添加量对面团质构特性影响如图4所示,由图可知,随着甘薯生全粉含量的增加,面团的硬度呈逐渐增大的变化趋势,添加质量分数为0~30%时,面团的硬度增加趋势较为缓慢,由3409g增加至7485g;添加质量分数为30%~50%时,硬度增加趋势明显,由7485g增加至13575g。随着甘薯生全粉含量的增加,弹性呈逐渐减小的变化趋势,由0.9减小至0.771,这主要是因为甘薯生全粉不含面筋蛋白,随着

表3 甘薯生全粉对面团水分含量的影响

Table 3 Influence of raw sweet potato flour on moisture content of dough

添加量/%	A ₂₁ /%	A ₂₂ /%	A ₂₃ /%	t ₂₁ /ms	t ₂₂ /ms	t ₂₃ /ms
0	-	99.01±0.13	0.99±0.13	9.33±0.01	10.72±0.01	112.43±11.94
5	-	98.89±0.12	1.11±0.12	-	10.72±0.01	109.36±6.84
10	98.69±0.07	1.31±0.07	-	9.33±0.01	98.37±4.31	-
20	98.44±0.06	1.56±0.06	-	9.33±0.01	95.66±5.82	-
30	98.11±0.17	1.89±0.17	-	9.33±0.01	90.25±9.66	-
40	98.11±0.09	1.89±0.09	-	9.33±0.01	89.87±5.42	-
50	98.04±0.09	1.96±0.09	-	8.11±0.01	80.68±5.63	-

注: A₂₁: 深层结合水的峰面积百分比, t₂₁: 面团中深层结合水弛豫时间; A₂₂: 弱结合水的峰面积百分比, t₂₂: 弱结合水弛豫时间; A₂₃: 自由水的峰面积百分比, t₂₃: 自由水弛豫时。

LF-NMR 横向弛豫时间 t₂ 可以反映水分的自由度,从表3可以看出,随着甘薯生全粉含量从10%增加至50%时,混合面团 t₂₂ 逐渐减小,表明面团内的弱结合水被蛋白质及淀粉分子束缚的强度增加,流动性下降。

2.4 生全粉添加量对甘薯生全粉馒头综合品质分析

2.4.1 生全粉添加量对甘薯生全粉馒头感官评

其含量增加,面筋蛋白含量减少,面筋网络结构变弱,因此面团弹性减弱,硬度增加。

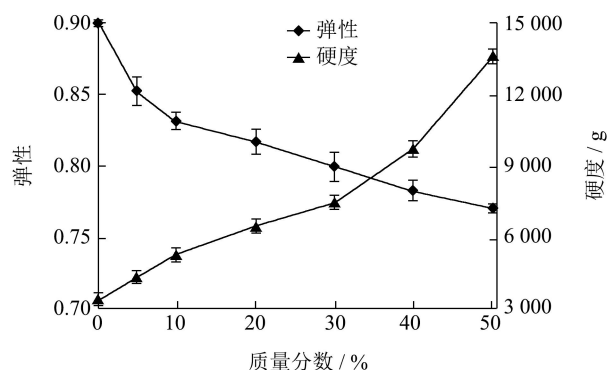


图4 甘薯生全粉对面团质构特性的影响

Fig.4 Influence of raw sweet potato flour on texture characteristic of dough

2.3.4 核磁

表3为利用LF-NMR中的CPMG序列所反演并计算出来的甘薯生全粉-小麦混合面团的各水分状态的峰面积,由表可知,甘薯生全粉质量分数从10%增加至50%时,混合面团 A₂₁ 的峰面积百分比逐渐减小,而 A₂₂ 逐渐增大。这能是因为甘薯生全粉-小麦混合面团中亲水基团有氢键位点,可以与水分子形成氢键,引起氢键结构的变化从而影响水分的迁移,使面团对弱结合水的束缚力增强^[26]。甘薯生全粉面团中深层结合水峰面积百分比达到98%,表明甘薯生全粉有较强的持水能力。

价的影响

甘薯生全粉添加量对馒头感官评价的影响如图5所示,由图可知,随着甘薯生全粉含量的增加,甘薯生全粉馒头的感官评价得分呈逐渐减小的变化趋势,未添加甘薯生全粉时,馒头的感官评分最高为86,而后逐渐减小至48。这主要是因为随着甘薯生全粉含量增加,混粉面团中面筋蛋白的含量减少,面团缺乏弹性,导致馒头出现不易醒发、成型难、口感降低等问题^[27,28],使其感官评分降低。

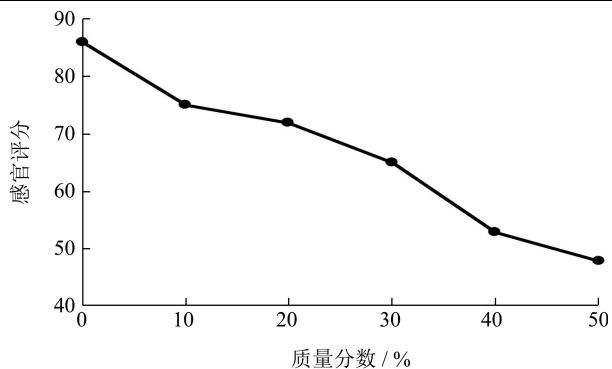


图5 甘薯生全粉对甘薯生全粉馒头感官评价的影响

Fig.5 Influence of raw sweet potato steamed bread on sensory evaluation

2.4.2 生全粉添加量对甘薯生全粉馒头比容和白度的影响

甘薯生全粉添加量对馒头比容和白度的影响如图6所示,由图可知,随着甘薯生全粉质量分数的增加,馒头的比容逐渐降低,出现这种现象可能是因为甘薯粉中不含面筋蛋白,当馒头中添加过多的甘薯生全粉时,会稀释面团中面筋蛋白的网络结构,面团的持气性变差^[29],导致馒头组织内部的气孔紧密,使其硬度增大,导致馒头比容的减小^[5]。随着甘薯生全粉含量的增加,馒头的白度也逐渐降低,馒头白度降低的原因有以下两点:一是甘薯生全粉呈紫色,其颜色对馒头色泽产生了影响;二是在馒头制作过程中甘薯组织内部的多酚氧化酶发生酶促褐变造成馒头色泽变暗^[27,30]。

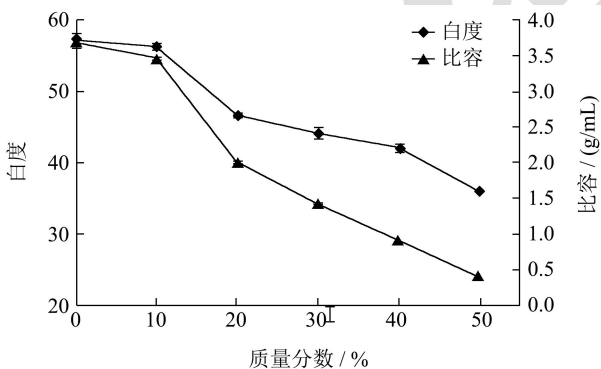


图6 生全粉对甘薯生全粉馒头比容和白度的影响

Fig.6 Influence of raw sweet potato steamed bread on specific volume and color

2.4.3 生全粉添加量对甘薯生全粉馒头质构的影响

甘薯生全粉添加量对馒头质构的影响如图7所示,由图可知,随着甘薯生全粉含量的增加,甘薯馒头的硬度、粘着性、咀嚼性增大,弹性、粘聚性、回复性减小。出现这种现象可能是因为甘薯生全粉不含面筋蛋白,添加甘薯生全粉会稀释面团中的面筋蛋白,使

面筋网络结构的形成受到阻碍,导致面团膨胀不够充分^[31],因此硬度、胶黏性和咀嚼性增加,这与张凤捷^[32]和马名扬等^[5]的研究结果基本一致。

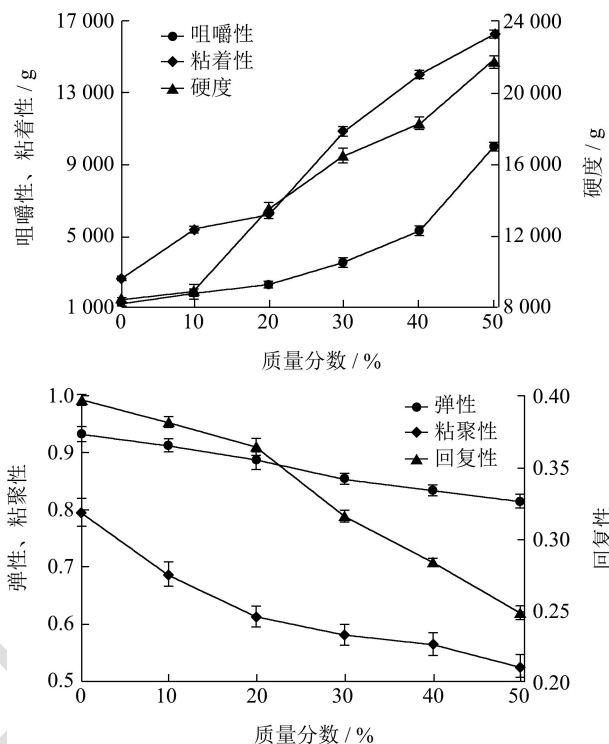


图7 生全粉对馒头质构的影响

Fig.7 Influence of raw sweet potato steamed bread on texture characteristic

3 结论

甘薯生全粉中主要成分为淀粉,含量约为64.60%;随着混粉中甘薯生全粉含量的增加,混粉的持水性逐渐增大,从1.16 g/g增加至1.70 g/g,混粉的持油性呈先增大后减小的变化趋势。随着甘薯生全粉的添加量增大,混合粉粉质特性变差,面团加工品质降低;随着混粉面团中甘薯生全粉含量的增加,面团的 T_0 、 T_P 、 T_C 逐渐增大,硬度增大,弹性逐渐减小。甘薯生全粉质量分数从10%增加至50%时,混合面团 t_{22} 逐渐减小,表明面团内的弱结合水被蛋白质及淀粉分子束缚的强度增加,流动性均下降;甘薯生全粉质量分数从10%增加至50%时,混合面团 A_{21} 的峰面积百分比逐渐减小,而 A_{22} 逐渐增大。

综上所述,甘薯生全粉的加入弱化了面团和馒头的面筋网络结构,甘薯生全粉添加质量分数为10%时,甘薯馒头感官评分75,混合面团的加工特性和馒头品质较优;甘薯生全粉添加质量分数为20%时,甘薯馒头感官评分72,馒头的质构、比容和白度仍在可接受范围内。

参考文献

- [1] 季蕾蕾,木泰华,孙红男.不同干燥方式对甘薯叶片水分迁移、微观结构、色泽及复水性能影响的比较[J].食品科学,2020,41(11):90-96
- [2] 赵祥颖,刘丽萍,张家祥,等.基于气相色谱-离子迁移谱联用技术分析甘薯块根不同组分对甘薯特征风味剂香气的贡献[J].食品与发酵工业,2021,47(12):236-243
- [3] 白洁,彭义交,刘丽莎,等.薯类原料膨化特性及其膨化粉品质特性[J].食品科学,2018,39(15):48-53
- [4] 王礼群,刘硕,杨春贤,等.鲜切甘薯不同部位褐变机理差异[J].食品科学,2018,39(1):285-290
- [5] 马名扬,关二旗,卞科,等.甘薯全粉对面团性质及馒头品质的影响[J].河南工业大学学报(自然科学版),2016,37(3):31-36
- [6] 张小村,孔凡美,姜小燕,等.不同品种甘薯与小麦配粉对粉质及馒头品质的影响[J].中国粮油学报,2020,35(5):23-29
- [7] 冯凤琴,刘东红,叶立扬.甘薯全粉加工及其挤压膨化食品特性的分析研究[J].农业工程学报,2001,17(3):99-102
- [8] 田双起,张锦霞,胡浩杰,等.远红外制备甘薯生全粉对面团流变学特性影响[J].食品工业,2020,41(9):55-59
- [9] 冯悦.不同品种甘薯全粉品质评价[D].沈阳:沈阳农业大学,2018
- [10] 朱红,钮福祥,孙健,等.不同品种紫甘薯雪花粉品质指标和物化特性研究[J].江苏师范大学学报(自然科学版),2018,36(1):21-25
- [11] 贾玉华,钟耀广.甘薯渣粉对小麦粉面团物化特性及面包品质的影响[J].食品工业科技,2018,39(21):81-85
- [12] 蔡沙,隋勇,施建斌,等.马铃薯膳食纤维物化特性分析及其对马铃薯热干面品质的影响[J].食品科学,2019,40(4):87-94
- [13] 张纷,赵亮,靖卓,等.藜麦-小麦混合粉面团特性及藜麦馒头加工工艺[J].食品科学,2019,40(14):323-332
- [14] 肖东,周文化,陈帅,等.亲水多糖对鲜湿面货架期内水分迁移及老化进程的影响[J].食品科学,2016,37(18):298-303
- [15] 林江涛,孙灵芝,黄美琳,等.小麦粉受热对面团流变学特性及馒头品质的影响[J].现代食品科技,2021,37(10):1-9
- [16] 蔡沙,蔡芳,何建军,等.马铃薯全粉剂量效应对面团特性以及馒头品质作用分析[J].现代食品科技,2020,36(12):213-219
- [17] 段欣,薛文通,张惠.不同品种甘薯全粉基本特性研究[J].食品科学,2009,30(23):119-122
- [18] 陈洁,李璞,汪磊,等.马铃薯生全粉-小麦粉混粉的特性及其对面条品质的影响[J].河南工业大学学报(自然科学版),2020,41(4):16-23
- [19] 仇干,胥心,邓云.紫马铃薯全粉-小麦粉混粉的理化特性研究[J].食品研究与开发,2017,38(3):15-19
- [20] 金玉红,张开利,张兴春,等.双波长法测定小麦及小麦芽中直链、支链淀粉含量[J].中国粮油学报,2009,1:137-140
- [21] 吴卫国,谭兴和,熊兴耀,等.不同工艺和马铃薯品种对马铃薯颗粒全粉品质的影响[J].中国粮油学报,2006,6:98-102
- [22] 孙晓静,彭飞,许妍妍,等.挤压预糊化对苦荞面团流变学性质及芦丁降解的影响[J].中国粮油学报,2017,32(6):46-51
- [23] 宋莲军,侯丹,张平安,等.豆渣对面团特性及馒头品质的影响[J].中国粮油学报,2014,29(5):5-9
- [24] 路雪蕊.降低小麦粉致敏性的研究及应用[D].保定:河北农业大学,2016
- [25] 章绍兵,陆启玉.直链淀粉含量对面粉糊化特性及面条品质的影响[J].河南工业大学学报(自然科学版),2005,26(6):9-12
- [26] 钟雅云.亲水胶体对冷冻面团水分状态的影响及复配亲水胶体的研制[D].南昌:江西农业大学,2020
- [27] 张凤婕,张天语,曹燕飞,等.甘薯泥对面团流变特性及馒头品质的影响[J].食品研究与开发,2020,41(6):1-5
- [28] 马栎,唐海霞.甘薯全粉馒头加工工艺的优化研究[J].粮食科技与经济,2020,45(10):124-127
- [29] 孙祥祥,刘长虹,崔晨悦,等.米酒老面添加量对面团及馒头品质的影响[J].食品工业科技,2020,41(4):47-50
- [30] 张凤婕,张天语,曹燕飞,等.甘薯全粉对小麦面团及馒头品质的影响[J].食品研究与开发,2020,41(15):11-16
- [31] Montheoc, Grosmairel, Nguimbourm, et al. Rheological and textural properties of gluten-free doughs and breads based on fermented cassava, sweet potato and sorghum mixed flours [J]. LWT, 2019, 101(5): 75-82
- [32] 张凤婕.高添加量甘薯全粉馒头的研制[D].淄博:山东理工大学,2019