

荷叶粉对面粉理化性质及酥性饼干品质的影响

Effects of lotus leaf powder on physicochemical properties of flour and crisp biscuits

王风雷

WANG Feng-lei

(郑州旅游职业学院烹饪食品学院, 河南 郑州 450009)

(Cooking Food College, Zhengzhou Tourism College, Zhengzhou, Henan 450009, China)

摘要:目的:探索酥性饼干中荷叶粗粉与荷叶超微粉适宜添加量。方法:采用粉质仪、拉伸仪、湿面筋仪、降落数值仪测定荷叶粗粉与荷叶超微粉对面粉理化指标的影响,采用质构仪测定面团的硬度和酥性饼干的剪切力,采用感官方法评价酥性饼干的感官品质,采用菌落总数测定方法测定原料与酥性饼干的细菌总数。结果:在面粉中添加 0%~15% 的荷叶粗粉与荷叶超微粉,能够增加面粉的吸水率、降落数值和面团的硬度,降低面粉的稳定时间、面团的拉伸能量和湿面筋含量,酥性饼干的酥松度和感官评分先增加后下降,当面粉中荷叶粗粉添加量为 6%、荷叶超微粉添加量为 9% 时,酥性饼干酥松度和感官评分最大,此时与空白相比,酥性饼干的感官评分分别提高 9.81% 和 18.33%,荷叶超微粉添加量比荷叶粗粉高出 3%。与空白相比,添加 15% 荷叶粗粉的酥性饼干其细菌总数下降 41.18%,添加 15% 荷叶超微粉的酥性饼干其细菌总数下降 62.94%。结论:荷叶粗粉与荷叶超微粉能够增加酥性饼干的营养价值和感官品质,超微粉效果比粗粉更好。

关键词:荷叶粉;超微粉;酥性饼干;面粉;质构;感官

Abstract: Objective: The effects of lotus leaf coarse powder and lotus leaf superfine powder on the physical and chemical indexes of flour and its application in crisp biscuits were studied in this paper, and explored the suitable amount of lotus leaf coarse powder and lotus leaf superfine powder added in crisp biscuits. Methods: Farinograph, extensograph, wet gluten tester, and falling number tester were used to determine the effects of lotus leaf powder on the physical and chemical indexes of flour. The hardness of the dough and the shear force of the crisp biscuit were measured by the texture analyzer, and the sensory quality of the crisp biscuit was evaluated by the sensory method. The total

作者简介:王风雷(1974—),男,郑州旅游职业学院讲师,硕士。
E-mail: Zzwang2003@163.com

收稿日期:2022-07-17 改回日期:2022-10-24

number of bacteria in the raw material and crisp biscuits was determined by the method of total colony determination. Results: Adding 0%~15% lotus leaf coarse powder and lotus leaf superfine powder to the flour, the water absorption rate, falling number and hardness of the dough were increased, the stability time of the flour, the stretching energy of the dough and the wet gluten content were reduced, the crispness and sensory score of the crisp biscuit increased first and then decreased. When the addition amount of lotus leaf coarse powder was 6% and the addition amount of lotus leaf superfine powder was 9%, the crispness and sensory score of the crisp biscuit were the largest, compared with the blank, the sensory scores of the crispy biscuits were increased by 9.81% and 18.33% respectively, and the addition of lotus leaf superfine powder was 3% higher than that of lotus leaf coarse powder. Compared with the blank, the total number of bacteria in the crisp biscuit with 15% lotus leaf coarse powder decreased by 41.18%, and the total number of bacteria with 15% lotus leaf superfine powder decreased by 62.94%. Conclusion: The lotus leaf coarse powder and lotus leaf superfine powder could increase the nutritional value and sensory quality of crispy biscuits, and have the effects of inhibiting the bacterial growth of crispy biscuit. Compared with lotus leaf coarse powder, the effects of lotus leaf superfine powder that improved the quality of crispy biscuit and inhibited bacterial growth are better than lotus leaf coarse powder, and the lotus leaf superfine powder has more application value in crisp biscuits.

Keywords: lotus leaf powder; superfine powder; crisp biscuits; flour; texture; sensory

荷叶为药食同源类物质,其保健作用为轻身(消肥胖)类食物,可作为一种食材应用到饼干中^[1]。研究报道,荷叶中纤维素和矿物质含量较高^[2],能够提高食品的营养价值;荷叶还具有抑菌活性^[3],能够抑制食品细菌生长。荷叶粉是荷叶经干燥、粉碎而成的粉末,已被作为

功能添加成分应用于食品工业,如荷叶挂面^[4]、荷叶饼干^[5-6]、荷叶降脂茶饮料^[7]等。

虽然荷叶粉中膳食纤维含量比较高^[1],添加到面粉中制作饼干,会对面粉、面团和饼干的理化指标带来一定程度的影响,但是,膳食纤维含量高的原料经过超微粉碎后,其吸附性、溶解性、分散性等物理化学性质得到较大改善^[8-9],而且能够保留该原料的全部营养成分。研究拟探索荷叶粗粉和荷叶超微粉对面粉关键理化指标以及酥性饼干感官、质构、营养成分、抑菌的影响,以期为荷叶粉在酥性饼干中的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

小麦面粉:普通粉,中粮面业有限公司;

荷叶超微粉:平均直径为 30 μm ,江苏密友粉体新装备制造制造有限公司;

荷叶粗粉:过 80 目筛(孔径 180 μm),实验室自制;

起酥油、白砂糖、奶油、饴糖、食盐、碳酸氢铵、奶粉、柠檬酸、小苏打、鸡蛋、琼脂、马铃薯、牛肉膏、葡萄糖、蛋白胨:市售;

试验用水:纯净水,实验室自制;

乙醇、丙酮、石油醚、氢氧化钠、盐酸、硫酸、冰乙酸、重铬酸钾、硫酸钾、硼酸:分析纯,天津市科密欧化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

粉碎机:800Y 型,永康市铂欧五金制品有限公司;

粉质仪:JFZD 型,北京东方孚德技术发展有限公司;

拉伸仪:JMLD150 型,北京东方孚德技术发展有限公司;

和面机:HL120 型,深圳市招财猫酒店设备用品有限公司;

湿面筋仪:JJM54S 型,北京维欣仪奥科技发展有限公司;

降落值测定仪:JLZ-型,济南科翔实验仪器有限公司;

饼干模具:SN32115 型,三能器具(无锡)有限公司;

压面机:MT140 型,湖北省枣阳市巨鑫机械有限公司;

烤箱:SEC-2Y 型,广州三麦机械设备有限公司;

质构分析仪:TMS-Pro 型,美国 FTC 公司;

恒温保湿箱:ZPJ-150 型,金坛市建卫环境试验设备厂;

无菌操作台:SZYDW 型,苏州亿达净化实验室设备有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 荷叶粉成分测定

(1) 水分:按 GB 5009.3—2016 执行。

(2) 蛋白质:按 GB 5009.5—2016 执行。

(3) 脂肪:按 GB 5009.6—2016 执行。

(4) 粗纤维:按 GB/T 5009.10—2003 执行。

(5) 灰分:按 GB 5009.4—2016 执行。

(6) 碳水化合物:按 GB 5009.7—2016 执行。

1.3.2 荷叶粉的添加 称量 300 g 面粉 1 份,荷叶粉含量为 0%。分别称量 291,282,273,264,255 g 面粉各 2 份,在其中一份面粉中分别顺次添加荷叶粗粉 9,18,27,36,45 g,使每份面粉和荷叶粗粉的混合粉总量为 300 g,荷叶粗粉的质量分数为 3%,6%,9%,12%,10%,15%。然后在另一份面粉中分别顺次添加荷叶超微粉 9,18,27,36,45 g,使每份面粉和荷叶超微粉的混合粉总量为 300 g,荷叶超微粉的质量分数为 3%,6%,9%,12%,10%,15%。以荷叶粉含量为 0%的面粉为空白。将上述每份混合粉用和面机混合均匀,以备后序试验所用。试验中所用面粉与荷叶粉的混合粉样品,其配制方法同前面所述。

1.3.3 面粉吸水率和稳定时间测定 按 GB/T 14614—2019 执行。

1.3.4 面团拉伸能量测定 按 GB/T 14615—2019 执行。

1.3.5 湿面筋含量测定 按 GB/T 5506.2—2008 执行。

1.3.6 降落数值测定 按 GB/T 10361—2008 执行。

1.3.7 酥性饼干制作 酥性饼干的制作方法按 LS/T 3206—1993 执行。基本方法:将 85.5 g 白砂糖加入 15 mL 水中加热溶解,再冷却至 30 $^{\circ}\text{C}$ 后加入饴糖 13.8 g,得 A。将 45 g 起酥油和 6 g 奶油一同加热熔化,再冷却至 30 $^{\circ}\text{C}$ 后加入柠檬酸 0.012 g,得 B。将 0.21 g 小苏打、0.9 g 食盐和 0.9 g 碳酸氢铵溶解在 5 mL 冷水中,得 C。将 13.8 g 奶粉加入到 1.3.2 中含有荷叶粉的面粉中混匀,得 D。将 A、B 两部分用和面机混合均匀,再加入 50 g 鸡蛋液混匀,然后再加入 C 混匀,最后再加入 D 搅拌 1 min 和成面团,将面团盖上保鲜膜静置 10 min。用压面机将面团压成 3 mm 厚的面片,再用有花纹的印模手工压模成直径 6 cm 的饼干生坯,然后摆放到烤盘中,在烤炉中以 200 $^{\circ}\text{C}$ 烘烤 9 min,取出烤盘冷却,即得酥性饼干。

1.3.8 酥性饼干感官评价 参照 LS/T 3206—1993《酥性饼干用小麦粉》进行,将部分重要项目赋分进行适当调整,并将总分 75 分调整为 100 分,修订后的评价方法见表 1。

1.3.9 酥性饼干和面团质构测定 取 1.3.7 调制并静置 10 min 后的面团 20 g,揉成直径 3 cm 的圆柱为面团样品,置于质构仪载物台上,在穿刺模式下测定硬度,检测速度 3 mm/s,回程速度 5 mm/s,最小感应力 0.2 N,探头为直径 2.5 mm 柱形探头,穿刺深度 1 cm。取 1.3.7 制作好的酥性饼干为饼干样品,将饼干样品置于质构仪载物台上,在剪切模式下测定酥性饼干的剪切力,测定参数为:最小感应力 0.2 N,检测速度 3 mm/s,回程速度 5 mm/s,探头为 5 cm \times 10 cm 方片状剪切探头。

表1 酥性饼干品尝项目和评分标准

Table 1 Crisp biscuits tasting items and scoring criteria

项目	评分标准	评分	项目	评分标准	评分	项目	评分标准	评分
花纹 (10)	花纹明显、清晰	扣0分	粘牙度 (10)	轻微粘牙	扣0.5分	口感粗糙度 (20)	很粗糙	扣3分
	花纹不明显	扣1分		较粘牙	扣1分		较粗糙	扣1分
	无花纹	扣3分		很粘牙	扣3分		细腻	扣0分
形态 (10)	不完整或不端正	扣2分	酥松度 (30)	很酥松	扣0分	组织结构 (20)	轻微不均匀	扣1分
	起泡	扣1分		较酥松	扣3分		较不均匀	扣3分
	凹底	扣1分		不酥松	扣5分		不均匀	扣5分

1.3.10 荷叶粉对酥性饼干中细菌生长的抑制作用测定

将面粉中荷叶粉添加量分别为0%、3%、6%、9%、12%、10%、15%的酥性饼干用保鲜袋封装,放置在温度36℃、湿度75%的恒温保湿柜中贮藏10d,然后测定荷叶粉酥性饼干的细菌总数。同时测定刚烘烤冷却后的荷叶粉酥性饼干、荷叶粗粉、荷叶超微粉、面粉的初始细菌总数。细菌总数测定按GB 4789.2—2022执行。

1.3.11 数据处理 每组试验平行3次,以平均值±标准差表示。运用Excel 2007软件作图,运用SPSS 19.0软件中单因素方差分析两两比较tukey法进行显著性($P < 0.05$)分析。

0.05)分析。

2 结果与分析

2.1 荷叶粉与小麦粉基本成分

由表2可知,荷叶粗粉和荷叶超微粉各成分含量基本一致;与小麦粉相比,荷叶粗粉、荷叶超微粉中纤维素和灰分含量较高,而蛋白质、脂肪、碳水化合物、水分含量较低。因此,通过向小麦粉中添加荷叶粉,能够提高小麦粉纤维素和矿物质的含量,从而提高小麦粉及其制品的营养价值。

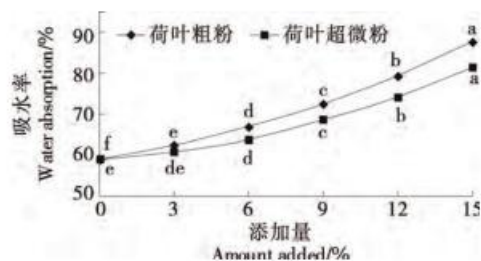
表2 荷叶粉与小麦粉基本成分

Table 2 Basic ingredients of lotus leaf powder and wheat flour

样品	蛋白质	脂肪	粗纤维	碳水化合物	水分	灰分
荷叶粗粉	6.68±0.06	1.17±0.02	28.25±0.23	46.67±0.38	7.23±0.06	4.06±0.03
荷叶超微粉	6.64±0.05	1.18±0.02	28.21±0.22	46.70±0.41	7.21±0.05	4.08±0.04
小麦面粉	11.03±0.12	1.41±0.02	2.03±0.02	69.05±0.52	13.07±0.12	1.02±0.02

2.2 荷叶粉对面粉吸水率的影响

由图1可知,随着荷叶粉添加量的增加,面粉吸水率呈增加趋势,当添加量为15%时,添加荷叶粗粉的面粉吸水率增加45.47%,添加荷叶超微粉的面粉吸水率增加38.37%。这是因为荷叶粉中纤维素含量较高,因其吸水率比面粉高,从而增加了面粉的吸水率。同时,纤维素的



字母不同表示不同添加量之间吸水率差异显著($P < 0.05$)

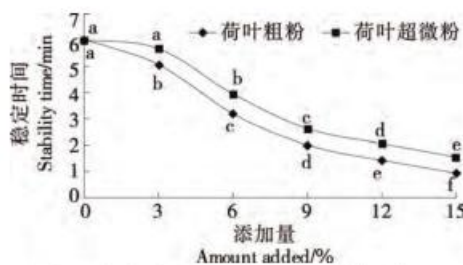
图1 荷叶粉对面粉吸水率的影响

Figure 1 The effects of lotus leaf powder on the water absorption of flour

吸水率与其分子量大小有关,分子量大的纤维素比分子量小的纤维素吸水率高^[10]。因此,当荷叶超微粉粉碎后,其纤维素分子量变小,则荷叶超微粉的吸水率反而会下降。荷叶粉会竞争面粉吸水,使面粉吸水量降低,最终导致由其制作的面团硬度增加,而面团硬度的变化会影响到饼干的感官品质,因此需要探索荷叶粉的适宜添加量。

2.3 荷叶粉对面粉稳定时间的影响

由图2可知,随着荷叶粉添加量的增加,面粉稳定时间呈下降趋势,当添加量为15%时,添加荷叶粗粉的面粉稳定时间下降83.91%,添加荷叶超微粉的面粉稳定时间下降74.13%。这是因为荷叶粉中蛋白质为非面筋蛋白,无法参与形成面筋,而且荷叶粉中纤维素含量比较高,这些物质能够稀释面团的面筋网络结构,从而导致面团的稳定时间下降^[11]。荷叶超微粉比荷叶粗粉对面粉稳定时间的影响小,当添加量为15%时,添加荷叶超微粉的面粉稳定时间比添加荷叶粗粉的下降幅度低5.13%。这主要是由于荷叶纤维素经过超微粉碎后,分子结构发生变化,其水溶性纤维素增加,水不溶性纤维素下降^[10],水溶性纤



字母不同表示不同添加量之间稳定时间差异显著 ($P < 0.05$)

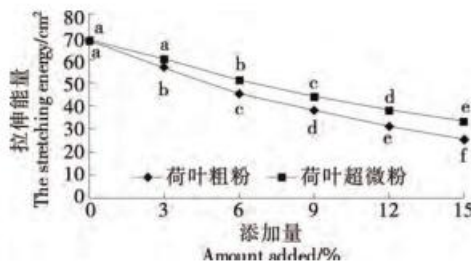
图 2 荷叶粉对面粉稳定时间的影响

Figure 2 The effects of lotus leaf powder on the stability time of flour

纤维素对面粉品质具有改良作用,因此降低了荷叶纤维素对面粉品质的恶化作用。稳定时间是面粉粉质参数最重要的指标,也是小麦粉国标中所明确要求的指标之一。制作酥性饼干的小麦粉,要求稳定时间 $< 3.5 \text{ min}$ ^[12],当面粉中荷叶粗粉或超微粉质量分数达到 6% 时,混合粉的稳定时间 $< 3.5 \text{ min}$,此时达到制作酥性饼干的指标要求。因此,在面粉中添加荷叶粉,能够降低面团的稳定时间,有利于制作酥性饼干,而且将面粉稳定时间降低到同一标准,荷叶超微粉的添加量要比荷叶粗粉多。

2.4 荷叶粉对面团拉伸能量的影响

由图 3 可知,随着荷叶粉添加量的增加,面团拉伸能量呈下降趋势,当添加量为 15% 时,添加荷叶粗粉的面团拉伸能量下降 62.65%,添加荷叶超微粉的面团拉伸能量下降 51.26%。拉伸能量反映了面团面筋筋力或强度的大小^[13-14],面团面筋强度越大,拉伸能量越大;反之,面团面筋强度越小,拉伸能量越小。拉伸能量越小,越有利于要求低筋粉制作的食品,如酥性饼干^[15]。荷叶粉降低了面团的拉伸能量,说明添加荷叶粉有利于制作酥性饼干。而且,荷叶超微粉对面团拉伸能量的影响比荷叶粗粉小,当添加量为 15% 时,添加荷叶超微粉的面团拉伸能量比添加荷叶粗粉下降幅度低 11.39%。其原因同 2.2 所述,即荷叶超微粉中水溶性纤维对面团具有改良作用,能够降低面团拉伸能量的下降速率。因此,面粉中添加荷叶粉能够降低面团拉伸能量,有利于制作酥性饼干,而且



字母不同表示不同添加量之间拉伸能量差异显著 ($P < 0.05$)

图 3 荷叶粉对面团拉伸能量的影响

Figure 3 The effects of lotus leaf powder on the stretching energy of dough

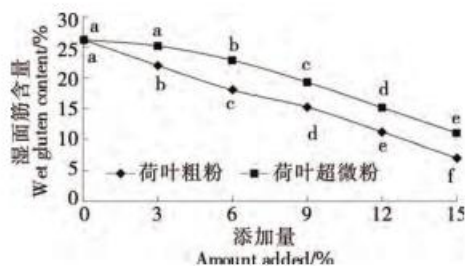
与荷叶粗粉相比,荷叶超微粉降低了面团拉伸能量的下降速率。

2.5 荷叶粉对面粉湿面筋含量的影响

由图 4 可知,随着荷叶粉添加量的增加,面粉湿面筋含量呈下降趋势,当添加量为 15% 时,添加荷叶粗粉的面粉湿面筋含量下降 73.06%,添加荷叶超微粉的面粉湿面筋含量下降 57.80%。说明荷叶粉阻碍了面粉湿面筋的形成,其原因是荷叶粉中纤维素稀释并破坏了面筋网络结构,阻碍了湿面筋形成,从而导致面粉中湿面筋含量的下降。荷叶超微粉对湿面筋形成的影响比荷叶粗粉的小,当添加量为 15% 时,添加荷叶超微粉的面粉湿面筋含量比添加荷叶粗粉下降幅度低 15.26%。其原因是荷叶超微粉颗粒度小而细腻,对面筋网络结构的破坏作用比荷叶粗粉小,降低了对面粉湿面筋形成过程及形成量的负面影响。根据 LS/T 3206—1993《酥性饼干用小麦粉》中的规定,酥性饼干要求湿面筋含量范围为 22%~26%,当荷叶粗粉添加量为 6%、荷叶超微粉添加量为 9% 时,面粉的湿面筋含量开始低于 22%。因此,添加荷叶粉能够降低面粉湿面筋含量,使面粉湿面筋含量保持在 22%~26%,从而有利于制作酥性饼干,而且将面粉湿面筋含量降低到同一标准,荷叶超微粉的添加量要比荷叶粗粉多。

2.6 荷叶粉对面粉降落数值的影响

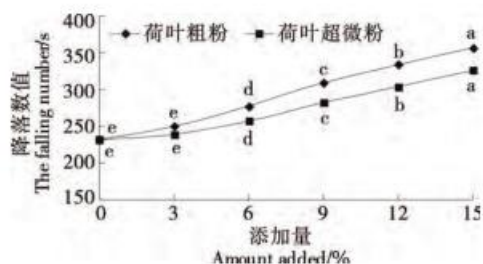
由图 5 可知,降落数值随荷叶粉添加量的增加呈增



字母不同表示不同添加量之间湿面筋含量差异显著 ($P < 0.05$)

图 4 荷叶粉对面粉湿面筋含量的影响

Figure 4 The effects of lotus leaf powder on wet gluten content of flour



字母不同表示不同添加量之间降落数值差异显著 ($P < 0.05$)

图 5 荷叶粉对面粉降落数值的影响

Figure 5 The effects of lotus leaf powder on flour falling number

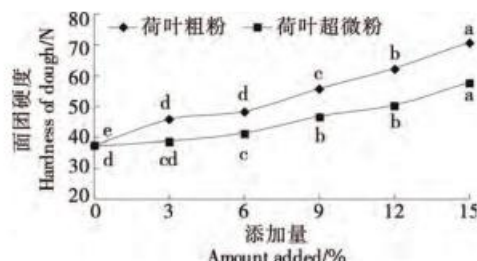
加趋势,当添加量为15%时,添加荷叶粗粉的面粉降落数值增加53.96%,添加荷叶超微粉的面粉降落数值增加40.99%。说明荷叶粉能够增加面粉糊的黏度,从而增加面粉的降落数值。其原因主要是荷叶粉中纤维素的含量比面粉高,纤维素的吸水率比面粉高,使面粉糊变得更加黏稠,从而使面粉的降落数值增加。与荷叶粗粉相比,添加荷叶超微粉时面粉降落数值的增加幅度要小,当添加量为15%时,添加荷叶超微粉的面粉降落数值比添加荷叶粗粉增加幅度低12.97%。这主要是由于荷叶超微粉中纤维素分子量较荷叶粗粉中纤维素分子量小,纤维素分子量小则吸水率小^[10],则面粉糊的黏度变小,从而降低了面粉降落数值的增加幅度。根据LS/T 3206—1993《酥性饼干用小麦粉》中的规定,酥性饼干要求面粉的降落数值 ≥ 150 s,而该面粉的降落数值大于150 s,且荷叶粉又增加了面粉的降落数值,因此,在面粉中添加0%~15%的荷叶粉不会影响酥性饼干对面粉降落数值的要求。

2.7 荷叶粉对面团硬度的影响

由图6可知,面团的硬度随荷叶粉添加量的增加呈增加趋势,当添加量为15%时,添加荷叶粗粉的面团硬度增加90.46%,添加荷叶超微粉的面团硬度增加55.52%。由于荷叶粉中纤维素含量比面粉高,其吸水率比面粉高^[16],因此,添加荷叶粉的面团硬度会增大。添加荷叶超微粉的面团,其面团硬度增加幅度比添加荷叶粗粉的要低,当添加量为15%时,添加荷叶超微粉的面团硬度比添加荷叶粗粉的增加幅度低34.94%。这是由于荷叶粗粉吸水率比荷叶超微粉高造成的。随着面团硬度的增加,酥性饼干的酥松度和脆性增加,但是,当面团硬度太大,酥性饼干变得太硬而使其酥松度下降,酥性饼干会变得过硬^[17],其感官品质则会下降。面团的硬度可以通过加水量和荷叶粉添加量的多少来控制。至于荷叶粉添加量对酥性饼干品质的影响,应通过对面团和酥性饼干的质构特性,并结合酥性饼干感官评价综合分析^[18],最终确定酥性饼干中荷叶粉的适宜添加量。

2.8 荷叶粉对酥性饼干剪切力的影响

由图7可知,随着荷叶粉添加量的增加,酥性饼干的



字母不同表示不同添加量之间面团硬度差异显著($P < 0.05$)

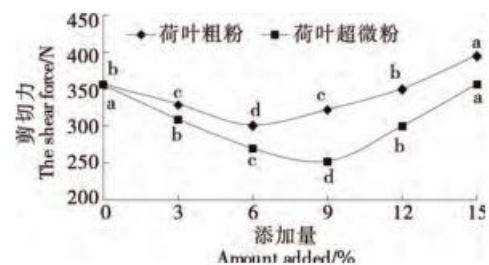
图6 荷叶粉对面团硬度的影响

Figure 6 The effects of lotus leaf powder on dough hardness

剪切力呈先下降后上升的趋势,而且添加荷叶粗粉的酥性饼干,其剪切力比添加等量荷叶超微粉的酥性饼干要大。当荷叶粗粉添加量为6%时,酥性饼干剪切力最低,与空白相比下降15.44%;当荷叶超微粉添加量为9%时,酥性饼干剪切力最低,与空白相比下降29.21%,下降幅度比添加6%荷叶粗粉的剪切力高13.77%。剪切力反映了酥性饼干的酥松度大小,酥松度越大,则其剪切力越小;反之,酥松度越小,则其剪切力越大。因此,适量添加荷叶粉,能够提高酥性饼干的酥松度。荷叶粉的添加能够增加面团的硬度,当面团硬度适度增加时,饼干的酥性也随之增加。但是,当荷叶粉添加量太多而导致面团过硬时,饼干的酥性反而下降^[17]。因此,面团的硬度和荷叶粉添加量共同影响了酥性饼干的酥松度。与荷叶粗粉相比,添加等量荷叶超微粉所制作的酥性饼干的酥松度要大。当荷叶粗粉添加量为6%、荷叶超微粉添加量为9%时,酥性饼干的酥松度达到最大。当荷叶粗粉添加量为6%时,剪切力下降15.44%,即酥松度增加15.44%。当荷叶超微粉添加量为9%时,剪切力下降29.21%,即酥松度增加29.21%。因此,添加荷叶粉能够增加酥性饼干的酥松度,而且与添加荷叶粗粉相比,添加荷叶超微粉时酥性饼干的最大酥松度增加13.77%。

2.9 荷叶粉对酥性饼干感官品质的影响

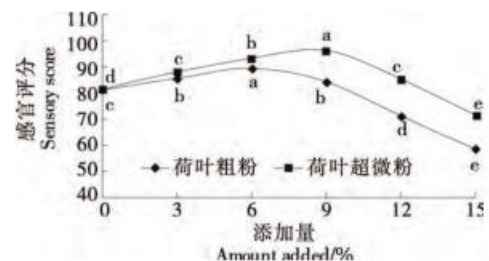
由图8可知,随着荷叶粉添加量的增加,酥性饼干的感官评分呈先增加后下降的趋势,荷叶粗粉添加量为



字母不同表示不同添加量之间剪切力差异显著($P < 0.05$)

图7 荷叶粉对酥性饼干剪切力的影响

Figure 7 The effects of lotus leaf powder on the shear force of crisp biscuit



字母不同表示不同添加量之间感官评分差异显著($P < 0.05$)

图8 荷叶粉对酥性饼干感官评分的影响

Figure 8 The effects of lotus leaf powder on sensory scores of crisp cookies

6%、荷叶超微粉添加量为 9% 时,感官评分达到最大值。荷叶粉对酥性饼干的剪切力和感官评分的影响变化趋势相反,这是由于酥性饼干的关键特征是酥松度^[19-21],酥性饼干剪切力越小,其酥松度越大,则感官品质越好。随着荷叶粉添加量的增加,酥性饼干的酥松度增加,酥性饼干的感官品质也增加。但是,当荷叶粉添加量过多时,酥性饼干的酥松度下降,酥性饼干的口感变得过硬而粗糙,其组织结构变得粗糙而不均匀,因此,酥性饼干的感官评分下降。当荷叶粗粉添加量为 6%、荷叶超微粉添加量为 9% 时,酥性饼干的酥松度最大,此时酥性饼干的感官评分也最高。荷叶粗粉添加量为 6% 时酥性饼干感官评分为 89.23,比空白增加 9.81%。荷叶超微粉添加量为 9% 时酥性饼干感官评分为 96.15,比空白增加 18.33%,比添加 6% 的荷叶粗粉的酥性饼干感官评分高 8.52%,此时,荷叶超微粉比荷叶粗粉添加量高 3%。因此,荷叶超微粉对酥性饼干的感官品质改良效果比荷叶粗粉的好,而且添加量更大。

周庆峰等^[4]研究了荷叶粉挂面,得出挂面中荷叶粉最佳添加量为 2.5%,说明与酥性饼干相比,荷叶粉在面条中的适宜添加量比较小。郭卫芸等^[6]研究了添加荷叶粉制作的曲奇饼干,荷叶粉最佳添加量为 7%,曲奇饼干与酥性饼干都具有酥脆性,尽管两者配方与工艺不同,但这与酥性饼干中荷叶粗粉适宜添加量为 6% 的研究结果比较接近。因此,在不同的面制品中,荷叶粉适宜添加量有所不同,应因产品、工艺、荷叶粉颗粒度大小而定。

2.10 荷叶粉对酥性饼干中细菌生长的抑制作用

由图 9 可知,荷叶粗粉初始细菌总数为 2 300 CFU/g,荷叶超微粉的初始细菌总数为 2 200 CFU/g,面粉初始细菌总数为 3 500 CFU/g。由图 10 可知,不同添加量的荷叶粉酥性饼干初始细菌总数在 820~920 CFU/g 的范围内波动,细菌总数变化不显著。荷叶粉酥性饼干贮藏 10 d 后的细菌总数如图 11 所示,其细菌总数随荷叶粉添加量的增加呈下降趋势,添加 0%~15% 的荷叶粗粉的酥性饼干从 17 000 CFU/g 下降到 10 000 CFU/g,下降 41.18%,添加 0%~15% 的荷叶超微粉的酥性饼干从 17 000 CFU/g 下降到 6 300 CFU/g,下降 62.94%。说明经过烘烤后的荷叶粉酥性饼干的细菌总数比荷叶粗粉、荷叶超微粉、面粉以及贮藏 10 d 荷叶粉酥性饼干的细菌总数都要低,这是因为酥性饼干在高温烘烤熟制时杀灭了部分细菌。由图 10 可知,荷叶粉酥性饼干初始细菌总数差异不显著,贮藏 10 d 后其细菌总数差异显著,而且荷叶粉添加量越高,其酥性饼干中的细菌总数越低。说明荷叶粉具有抑制酥性饼干中细菌生长的作用。荷叶超微粉比荷叶粗粉抑制细菌生长的作用更大,可能是由于荷叶在超微粉碎后,细胞壁被彻底破坏,细胞中的抑菌因子被充分释放出来,从而增加了荷叶粉的抑菌活性。宁诚

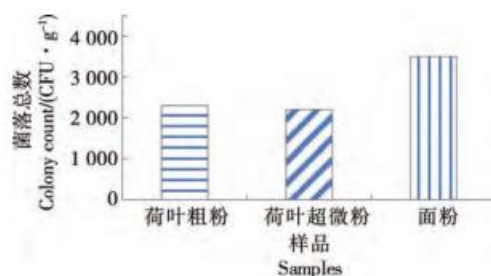


图 9 荷叶粗粉、超微粉、面粉初始细菌总数

Figure 9 The total number of initial bacteria in lotus leaf coarse powder, ultrafine powder and flour

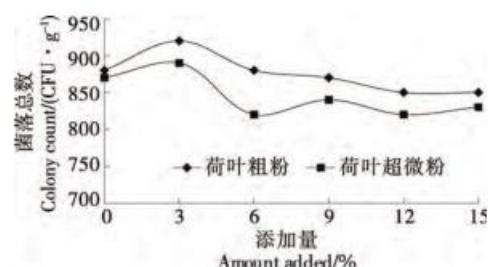
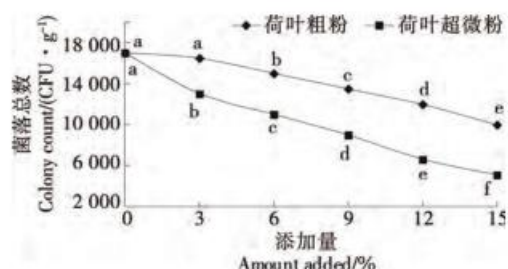


图 10 荷叶粉酥性饼干初始细菌总数

Figure 10 The initial total number of bacteria in the lotus leaf powder crispy biscuit



字母不同表示不同添加量之间菌落总数差异显著 ($P < 0.05$)

图 11 荷叶粉酥性饼干贮藏 10 d 后细菌总数

Figure 11 The total number of bacteria in the lotus leaf powder crispy biscuit after 10 days of storage

等^[22]研究了荷叶对肉肠中细菌的抑制作用,荷叶提取物不仅具有抑菌作用,而且具有抗氧化作用,对肉肠具有良好的保鲜效果。黄雯^{[3] 4-5}研究了荷叶抗菌消炎主要活性成分,发现荷叶乙醇提取物具有良好的抑菌效果,抑菌物质主要有黄酮类、生物碱类;荷叶提取物对酵母菌也有显著的抑制作用,但对霉菌抑制作用较小。因此,荷叶粉是一种天然抑菌剂,其抑菌因子为黄酮类、生物碱类,对食品防腐保鲜具有一定效果。

3 结论

(1) 荷叶粗粉和荷叶超微粉的纤维素和灰分含量比面粉高,在面粉中添加荷叶粗粉和荷叶超微粉,能够增加面粉纤维素和矿物质的含量。

(2) 荷叶粗粉和荷叶超微粉能够降低面粉的稳定时间、面团的拉伸能量、湿面筋含量,酥性饼干中荷叶粗粉

的适宜添加量为 6%，荷叶超微粉的适宜添加量为 9%，在此添加量下酥性饼干的酥松度和感官评分最大。

(3) 荷叶粗粉和荷叶超微粉具有抑制酥性饼干中细菌生长的作用，在荷叶粉添加量为 0%~15% 时，荷叶粉添加量越大抑制细菌生长的作用越大，荷叶超微粉比荷叶粗粉抑制细菌生长的效果更好。

参考文献

- [1] 谭一丁, 邓放明. 荷叶成分与生物学功能研究进展[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(10): 193-197.
TAN Y D, DENG F M. Research progress on components and biological function of lotus leaf[J]. Food Research and Development, 2020, 41(10): 193-197.
- [2] 陈曦, 戚进. 荷叶中黄酮和生物碱的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015(18): 211-214.
CHEN X, QI J. Flavonoids and alkaloids in lotus leaves[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2015(18): 211-214.
- [3] 黄雯. 荷叶抗菌消炎主要活性成分研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2010.
HUANG W. The research on major anti-bacterial and anti-inflammatory ingredient from lotus leaves[D]. Changsha: Central South University of Forestry and Technology, 2010.
- [4] 周庆峰, 康洁, 高丰衣. 一种荷叶粉营养挂面的制备工艺研究[J]. 商丘师范学院学报, 2016, 35(9): 32-39.
ZHOU Q F, KANG J, GAO F Y. Process research of nutritious noodles with lotus leaves powder [J]. Journal of Shangqiu Normal University, 2016, 35(9): 32-39.
- [5] 刘涛, 王清, 任龙展. 响应曲面法优化荷叶饼干的配方工艺研究[J]. 信阳农林学院学报, 2018, 28(3): 98-103.
LIU T, WANG Q, REN L Z. Research on formula technology of the optimization of lotus leaf biscuit by response surface method[J]. Journal of Xinyang Agriculture and Forestry University, 2018, 28(3): 98-103.
- [6] 郭卫芸, 曹琼, 涂晓玲. 荷叶曲奇饼干的研制[J]. 许昌学院学报, 2016, 35(2): 86-90.
GUO W Y, CAO Q, TU X L. Manufacture of lotus leaf cookies[J]. Journal of Xuchang University, 2016, 35(2): 86-90.
- [7] 陈海光, 余以刚, 曾庆孝. 荷叶保健饮料的研制[J]. 食品与机械, 2002, 18(2): 38.
CHEN H G, YU Y G, ZENG Q X. Development of health beverage of lotus leaf[J]. Food & Machinery, 2002, 18(2): 38.
- [8] 程晶晶, 王军, 肖付刚. 超微粉碎对红小豆全粉物化特性的影响[J]. 粮油食品科技, 2016, 24(3): 13-16.
CHENG J J, WANG J, XIAO F G. Influence of superfine grinding on physicochemical properties of adzuki bean flour [J]. Cereals, Oils and Food Science and Technology, 2016, 24(3): 13-16.
- [9] 杨永红. 红小豆超微粉对面粉理化性质及鲜湿面条品质的影响[J]. 食品与机械, 2022, 38(8): 188-194.
YANG Y H. Effect of superfine adzuki bean flour on physicochemical properties of flour and development of fresh and wet noodles[J]. Food & Machinery 2022, 38(8): 188-194.
- [10] 张国真, 何建军, 姚晓玲, 等. 超微粉碎麦麸及其不同组分基本成分和物化特性分析[J]. 食品科技, 2014, 39(7): 147-152.
ZHANG G Z, HE J J, YAO X L, et al. Analysis of basic components and physicochemical properties of ultrafinely ground wheat bran and its different components[J]. Food Science and Technology, 2014, 39(7): 147-152.
- [11] 马倩影. 大豆营养面包工艺优化[J]. 农产品加工, 2020(10): 35-38.
MA Q Y. Process optimization of soybean nutritional bread [J]. Farm Products Process, 2020(10): 35-38.
- [12] 李浪. 小麦面粉品质改良与检测技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008: 186.
LI L. Quality improvement and detection technology of wheat flour [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2008: 186.
- [13] 崔丽琴, 崔素萍, 马平, 等. 豆渣粉对面团特性及面团微观结构的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(5): 75-82.
CUI L Q, CUI S P, MA P, et al. Influence of soybean dregs powder to characteristics and microstructure of dough [J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(5): 75-82.
- [14] 宋莲军, 李争艳, 耿瑞玲. 豆渣对面团流变学特性及面条质量的影响[J]. 河南农业大学学报, 2011, 45(2): 241-246.
SONG L J, LI Z Y, GENG R L. Effects of bean dregs on rheological properties to dough and craft bean dregs noodle [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2011, 45(2): 241-246.
- [15] 罗海澜, 豆康宁, 张群芝, 等. 香菇粉对面团特性和酥性饼干品质的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(13): 5380-5387.
LUO H L, DOU K N, ZHANG Q Z, et al. Effect of lentinula edodes powder on the dough properties and quality of crisp biscuits[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(13): 5380-5387.
- [16] 胡云峰, 陈媛媛, 路敏, 等. 豆渣混合粉面团特性及馒头品质的影响研究[J]. 食品科技, 2015, 40(12): 112-116.
HU Y F, CHEN Y Y, LU M, et al. Study on technology and quality of the bean dregs powder steamed buns[J]. Food Science and Technology, 2015, 40(12): 112-116.
- [17] 陈焯, 段旻燕, 严成, 等. 玫瑰花粉对面团流变学特性及酥性饼干品质的影响[J]. 食品工业科技, 2020, 41(19): 67-77.
CHEN Y, DUAN M Y, YAN C, et al. Effect of rose powder on rheological properties of dough and quality of crisp biscuits[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(19): 67-77.
- [18] 蒙名燕, 李汴生, 阮征, 等. 食品质构的仪器测量和感官测试之间的相关性[J]. 食品工业科技, 2006(9): 198-201, 206.
MENG M Y, LI B S, RUAN Z, et al. The correlation between instrumental measurement and sensory testing of food texture[J]. Science and Technology of Food Industry, 2006(9): 198-201, 206.

(下转第 59 页)

- gricultural Engineering, 2021, 37(17): 276-284.
- [18] ALAMPRESE C, AMIGO J M, CASIRAGHI E, et al. Identification and quantification of turkey meat adulteration in fresh, frozen-thawed and cooked minced beef by FT-NIR spectroscopy and chemometrics[J]. Meat Science, 2016, 121: 175-181.
- [19] SCHMUTZLER M, BEGANOVIC A, HLER G, et al. Methods for detection of pork adulteration in veal product based on FT-NIR spectroscopy for laboratory, industrial and on-site analysis[J]. Food Control, 2015, 57: 258-267.
- [20] MANDLI J, ELFATIMI I, SEDDAOUI N, et al. Enzyme immunoassay (ELISA/immunosensor) for a sensitive detection of pork adulteration in meat[J]. Food Chemistry, 2018, 255: 380-389.
- [21] KUSWANDI B, ABDUL GANI A, AHMAD M. Immuno strip test for detection of pork adulteration in cooked meatballs[J]. Food Bioscience, 2017, 19: 1-6.
- [22] 林雨青, 田野, 陈倩, 等. 基于激光诱导击穿光谱技术分析鲑鱼中 8 种元素含量[J]. 食品科学, 2020, 41(14): 247-254.
- LIN Y Q, TIAN Y, CHEN Q, et al. Analysis of eight elements in cod by laser-induced breakdown spectroscopy[J]. Food Science, 2020, 41(14): 247-254.
- [23] 叶永丽, 赫欣睿, 陈士恩, 等. 气相色谱及其联用技术在肉品检测中的应用进展[J]. 食品与机械, 2015, 31(6): 242-245.
- YE Y L, HE X R, CHEN S E, et al. Advances in the application of gas chromatography and its coupling technology in meat detection [J]. Food & Machinery, 2015, 31(6): 242-245.
- [24] LANGEN M, PETERS U, KÖRNER U, et al. Semiquantitative detection of male pork tissue in meat and meat products by PCR[J]. Meat Science, 2010, 86(3): 821-824.
- [25] JONES S J, PATTERSON R L S. Double-antibody ELISA for detection of trace amounts of pig meat in raw meat mixtures[J]. Meat Science, 1985, 15(1): 1-13.
- [26] 何木, 李保国, 郭全友, 等. 气相色谱在食品微生物鉴定中的应用[J]. 工业微生物, 2015, 45(5): 29-33.
- HE M, LI B G, GUO Q Y, et al. Research application of gas chromatography in the identification of food microorganisms[J]. Industrial Microbiology, 2015, 45(5): 29-33.
- [27] 赵佳, 邢青斌, 陆颖, 等. 不同肉类食物中脂肪酸组成[J]. 卫生研究, 2018, 47(2): 254-259.
- ZHAO J, XING Q B, LU Y, et al. Fatty acid composition in different meat foods[J]. Health Research, 2018, 47(2): 254-259.
- [28] 于晨, 李双, 袁勇军, 等. 基于脂肪酸指标的调和植物油品质评析[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(6): 2 073-2 079.
- YU C, LI S, YUAN Y J, et al. Quality assessment of blended vegetable oils based on fatty acid index[J]. Journal of Food Safety and Quality Inspection, 2021, 12(6): 2 073-2 079.
- [29] 杨振东, 任雪梅, 王健, 等. 基于特征脂肪酸含量的橄榄油掺假快速鉴定模型的建立[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(16): 5 357-5 362.
- YANG Z D, REN X M, WANG J, et al. Establishment of a rapid identification model for olive oil adulteration based on characteristic fatty acid content [J]. Journal of Food Safety and Quality Inspection, 2019, 10(16): 5 357-5 362.
- [30] 唐芳. 植物油脂肪酸指纹图谱的建立及掺假识别方法的研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2011: 41-45.
- TANG F. Establishment of fatty acid fingerprint profiles of vegetable oils and study of adulteration identification methods[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2011: 41-45.
- [31] 任志伟. 鸭肉熟制品 WOF 异味抑制研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2012: 52-56.
- REN Z W. Study on WOF odor suppression of cooked duck meat products[D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2012: 52-56.
- [32] 沙玉柱, 吴建平, 焦婷, 等. 早胜牛牛肉脂肪酸组成研究[J]. 家畜生态学报, 2020, 41(4): 39-42, 51.
- SHA Y Z, WU J P, JIAO T, et al. Study on fatty acid composition of Zaosheng beef[J]. Journal of Livestock Ecology, 2020, 41(4): 39-42, 51.
- [33] 毛红霞, 马桂琳, 刘汉丽, 等. 甘南藏羔羊肉氨基酸与脂肪酸成分研究[J]. 畜牧兽医杂志, 2019, 38(4): 28-31.
- MAO H X, MA G L, LIU H L, et al. Study on amino acid and fatty acid composition of Gannan Tibetan lamb [J]. Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 2019, 38(4): 28-31.
- [34] 应芙蓉, 杜文凯, 章程, 等. 气相色谱法测定脂肪酸含量判定山茶油纯度[J]. 中国油脂, 2020, 45(1): 132-136.
- YING M R, DU W K, ZHANG C, et al. Determination of the purity of camellia oil by gas chromatography[J]. China Fats and Oils, 2020, 45(1): 132-136.

(上接第 39 页)

- [19] 张丽. 测试条件对食品质构特性的影响[J]. 农产品加工, 2017(10): 54-55, 58.
- ZHANG L. Influence of test conditions on texture characteristics [J]. Farm Products Process, 2017(10): 54-55, 58.
- [20] 李春红, 潘家荣, 张波. 物性测试仪对休闲食品酥脆性的测量[J]. 现代科学仪器, 2008, 25(6): 59-62.
- LI C H, PAN J R, ZHANG B. The crispness measurement of snack food using texture analyzer[J]. Modern Scientific Instruments, 2008, 25(6): 59-62.
- [21] 解伟妮, 陈建杨. 食品脆度的客观表征及其通用测量公式的研究[J]. 食品科学, 2011, 31(3): 150-152.
- XIE W N, CHEN J Y. Objective characterization and general measurement equation of food crispness[J]. Food Science, 2011, 31(3): 150-152.
- [22] 宁诚, 李林贤, 刘正贤, 等. 艾叶/荷叶提取物的抑菌作用及其对肉肠保鲜作用的研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(6): 2 028-2 034.
- NING C, LI L X, LIU Z X, et al. Effects of artemisiae argyi/lotus leaf extract on the inhibition of bacteria and the fresh-keeping of sausage[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2017, 8(6): 2 028-2 034.