

马铃薯全粉添加量对小麦粉及其挂面 品质特性的影响

Effect of different content of potato granule on the quality of flour and
dried noodle mixed with potato and wheat

曾希珂^{1,2} 章丽琳^{1,2} 刘竞峰^{1,2} 张喻^{1,2}

ZENG Xi-ke^{1,2} ZHANG Li-lin^{1,2} LIU Jing-feng^{1,2} ZHANG Yu^{1,2}

(1. 湖南农业大学食品科技学院, 湖南 长沙 410128; 2. 食品科学与生物技术湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410128)

(1. College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China;

2. Food Science and Biotechnology Key Laboratory of Hunan Province, Changsha, Hunan 410128, China)

摘要:在小麦粉中添加不同比例马铃薯全粉,测定其粉质特性、糊化特性及其挂面的烹煮和质构品质,探讨马铃薯全粉对小麦粉及其挂面品质的影响。结果表明:随着马铃薯全粉添加量的增加,马铃薯小麦混合粉的峰值黏度、谷值黏度、衰减值、最终黏度和回生值均降低;面团形成时间、稳定时间、弱化度先降低后升高,吸水率呈线性增加;马铃薯挂面的烹调损失率变大,最佳烹煮时间变长,硬度和弹性逐渐减小。当马铃薯全粉添加量 $\leq 20\%$ 时,所制作的挂面品质较好。马铃薯全粉的添加量、马铃薯小麦混合粉的粉质特性、糊化特性与马铃薯挂面的品质特性有显著的相关性。

关键词:马铃薯全粉;粉质特性;糊化特性;挂面;烹调品质;质构品质

Abstract: By adding potato granule with different proportions in wheat flour, the farinograph properties, gelatinization characteristics of the mixed flour, and the cooking characteristics and texture characteristics of dried noodles were measured to evaluate the effect of potato granule on the quality of wheat flour and noodles. The results showed that the values of peak viscosity, valley viscosity, breakdown, final viscosity and setback decreased with increasing addition of potato granule; the dough development time, stability time and degree of softening first decreased and then increased, and the water absorption increased linearly. The cooking loss, the best cooking time of dried noodles increased, while hardness and springiness of the noodles decreased gradually. The quality of dried noodles was

better when the potato granule addition was less than or equal to 20%. There were significant correlations among the amount of potato granule, pasting properties and farinograph properties of the mixed flour and the quality properties of dried noodles.

Keywords: potato granule; farinograph properties; pasting properties; dried noodle; cooking qualities; texture quality

马铃薯全粉是以新鲜的马铃薯为原料加工制成,保存了新鲜马铃薯的营养和风味,具有较好的增稠、吸水和持水性,对面制品品质的改良具有重要的意义^[1]。目前,已有研究将马铃薯全粉应用于马铃薯蛋糕^[2]、马铃薯曲奇饼干^[3]等食品中,且都取得了较好的效果。2015年,中国已正式启动马铃薯主粮化战略,加大力度推行用马铃薯加工成符合人们消费习惯的馒头、面条等主食产品,以丰富主食品种并提高其营养价值^[4]。

挂面因其口感好,食用方便,价格低成为中国产量和销量最大的面条品种^[5],深受人们的喜爱。传统挂面用小麦粉加工而成。将马铃薯全粉与小麦粉混合制作挂面,不仅可以提高挂面中蛋白质的功效比^[6],还可以增加挂面的花色品种。近年来,国内外学者的研究大多集中于马铃薯全粉对面制品品质的改良方面。马烁等^[7]将马铃薯全粉按比例添加到小麦粉中制作马铃薯面条,发现马铃薯全粉添加量为20%时,所生产的面条表面光滑,品质较好。Chen等^[8]研究发现,将马铃薯全粉添加到面粉中制作出来的面条柔软性、拉伸性和顺滑性均明显提高。目前,对马铃薯小麦混合粉的粉质特性、糊化特性的研究,以及对马铃薯全粉添加量、混合粉粉质特性、糊化特性与其挂面品质特性之间的相关性分析还鲜见报道。本试验将马铃薯全粉与小麦粉按不同比例混合后,测定其粉质特性和糊化特性,研究马铃薯全粉对混合粉

基金项目:公益性行业科研专项经费项目(编号:201203096);湖南省研究生创新项目(编号:CX2016B302)

作者简介:曾希珂,女,湖南农业大学在读硕士研究生。

通信作者:张喻(1972—),女,湖南农业大学教授,博士。

E-mail: skxzhangyu@163.com

收稿日期:2017-04-16

加工特性的影响。在此基础上制作挂面,通过对马铃薯挂面的烹调和质构品质进行测定,研究马铃薯全粉对挂面品质的影响,确定挂面制作过程中马铃薯全粉合适的添加量;并对马铃薯小麦混合粉的粉质特性、糊化特性与其挂面品质特性之间的相关性进行分析,以期为马铃薯全粉在面制品中的进一步应用和研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

马铃薯全粉:石家庄凌峰农副产品开发有限公司;
小麦粉:特一粉,河南枣花面业有限公司。

1.2 主要仪器设备

粉质仪:810111-827504型,德国 Brabender 公司;
黏度分析仪:RAV-3D型,澳大利亚 Newport 科学仪器公司;
质构仪:TA-XT2i Plus型,英国 Stable Micro Systems 公司;
压面面条机:YP500I型,山东银鹰炊事机械有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 原料基本组成成分的测定

- (1) 水分含量测定:按 GB/T 5009.3—2016 执行。
- (2) 粗蛋白含量测定:按 GB/T 5009.5—2010 执行。
- (3) 淀粉含量测定:按 GB/T 5009.9—2008 执行。
- (4) 灰分含量测定:按 GB/T 5009.4—2016 执行。
- (5) 粗脂肪含量测定:按 GB/T 14772—2008 执行。

1.3.2 配粉 将马铃薯全粉与小麦粉按不同比例混合,配制成马铃薯全粉含量为 0%,10%,20%,30%,40%,50%,60% 的马铃薯全粉—小麦粉混合粉样品。

1.3.3 混合粉特性测定

- (1) 粉质特性:按 GB/T 14614—2006 执行。
- (2) 糊化特性:按 GB/T 24853—2010 执行。

1.3.4 挂面制作工艺

马铃薯全粉、小麦粉→和面→熟化→复合压面→切条→干燥→断条→计量→包装→成品

工艺操作要点:称取混合粉 100 g,根据混合粉吸水率的 50%确定加水量,用和面机和成松散的颗粒团状;把和好的面团静置熟化 30 min;采用压面机 1.2 mm 轧距压面 4 次,1 mm 轧距压面 4 次,0.8 mm 轧距压面 4 次后切条;将压好的面片切条自然晾干后,切成 20 cm 长的挂面。

1.3.5 挂面蒸煮特性的测定 按 LS/T 3212—2014《挂面》中的方法测定挂面的熟断条率、最佳烹调时间和烹煮损失率。

1.3.6 挂面质构特性的测定 取 20 根 25 cm 长的马铃薯挂面烹调至最佳烹煮时间,用流水冲洗 45 s,从中捞取 6 根面条并排放至质构仪载物台。采用 P/36R 探头进行测试,测前速度:1.0 mm/s,测中速度:0.5 mm/s,测后速度:0.5 mm/s,压力 75%,测试时间 5.0 s,触发力 5.0 g^[9]。

1.4 数据处理

采用 SPSS 19.0 软件、EXCEL 软件进行数据处理分析。

2 结果与分析

2.1 小麦粉和马铃薯全粉的基本组成成分

由表 1 可知,马铃薯全粉的水分含量低于小麦粉,而粗蛋白和灰分含量较高,淀粉含量与小麦粉相近,且脂肪含量比小麦粉低。可见,马铃薯全粉中化学组分均衡,将马铃薯全粉与小麦粉混合制作面条能在一定程度上提高面条的营养价值。

表 1 小麦粉和马铃薯全粉的基本组成成分					
Table 1 Basic components of wheat flour and potato granule					%
样品	水分	粗蛋白	淀粉	灰分	粗脂肪
马铃薯全粉	7.6	14.6	59.2	0.88	0.22
小麦粉	13.5	12.1	60.4	0.59	0.53

2.2 粉质特性分析

粉质曲线反映了面团形成的过程,不同比例的马铃薯全粉—小麦粉混合粉的粉质特性结果见表 2。

表 2 马铃薯全粉—小麦粉混合粉的粉质特性结果 [†]					
Table 2 The results of potato granule on farinograph properties of wheat flour					
全粉添 加量/%	吸水率/ %	形成时间/ min	稳定时间/ min	弱化度/ FU	
0	60.10±0.30 ^g	2.30±0.35 ^a	8.07±0.72 ^a	57.67±4.04 ^f	
10	64.00±0.30 ^f	1.93±0.06 ^{ab}	1.47±0.12 ^c	142.67±12.77 ^e	
20	68.50±0.00 ^e	1.87±0.47 ^{ab}	0.90±0.10 ^c	180.33±2.89 ^d	
30	72.40±0.20 ^d	1.63±0.32 ^c	1.40±0.17 ^c	233.67±10.97 ^c	
40	74.80±0.10 ^c	1.55±0.05 ^c	1.20±0.26 ^c	262.67±4.73 ^{ab}	
50	77.60±0.17 ^b	1.70±0.10 ^{bc}	1.20±0.1 ^c	273.00±4.58 ^a	
60	79.47±0.31 ^a	1.88±0.06 ^{ab}	3.50±2.42 ^b	247.33±18.58 ^{bc}	

† 同列不同上标字母表示各处理在 P<0.05 时具有显著差异。

由表 2 可知,随着马铃薯全粉添加量的增大,面团形成时间和稳定时间呈先下降后升高的趋势,弱化度逐渐增大。可能是加入马铃薯全粉使得面筋蛋白含量降低,面团的耐揉性变差,面筋强度变小^[10]。在加入 10%马铃薯全粉后,稳定时间显著下降,说明马铃薯全粉的加入使得面团弱化,易流变。面团的吸水率与淀粉结合水的能力有关^[11]。当马铃薯全粉的添加量从 0%增加到 60%,吸水率由 60.1%升至 79.47%,说明马铃薯淀粉的吸水能力较强从而使面团的吸水率增大,与王春香等^[12]对马铃薯全粉—小麦粉混合粉的粉质特性的研究结果类似。

2.3 糊化特性分析

由表 3 可知,随着马铃薯全粉添加量的增加,混合粉的谷值黏度、峰值黏度、最终黏度、衰减值、回生值均在不断减小,说明混合粉的黏度热稳定性增大,可改善制品在加工过程中的稳定性,可能是马铃薯全粉中的膳食纤维对淀粉颗粒的溶胀效应具有一定的抑制作用。与虞桢芳等^[13]的研究结果一致。添加量从 0%增加到 50%,最终黏度和回生值下降,

表 3 马铃薯全粉添加量对面粉糊化特性的影响[†]

Table 3 Effect of potato granule on the pasting properties of wheat flour

全粉添加量/%	峰值黏度/(Pa·s)	谷值黏度/(Pa·s)	衰减值/(Pa·s)	最终黏度/(Pa·s)	回生值/(Pa·s)	峰值时间/min	糊化温度/℃
0	1 507.67±315.22 ^a	972.33±211.52 ^a	535.33±104.58 ^a	2 112.67±387.52 ^a	1 140.33±180.79 ^a	6.09±0.08 ^a	86.43±2.03 ^a
10	1 134.00±146.11 ^b	738.67±82.98 ^b	395.33±63.13 ^b	1 843.67±154.21 ^{ab}	1 105.00±71.76 ^a	5.84±0.08 ^{ab}	86.47±1.28 ^a
20	1 173.00±15.10 ^b	806.67±71.45 ^{ab}	366.33±72.23 ^{bc}	1 805.67±17.62 ^{ab}	999.00±89.01 ^{ab}	5.91±0.20 ^{ab}	85.37±0.42 ^a
30	1 073.00±16.64 ^{bc}	762.00±89.29 ^b	311.00±72.64 ^{bcd}	1 733.00±167.22 ^{bc}	971.00±93.72 ^{ab}	5.87±0.23 ^{ab}	85.65±1.23 ^a
40	996.67±11.37 ^{bc}	678.67±21.08 ^b	318.00±12.29 ^{bcd}	1 527.67±91.36 ^{bc}	849.00±70.55 ^b	5.73±0.17 ^b	85.40±0.48 ^a
50	919.00±40.29 ^{bc}	643.67±31.56 ^b	275.33±8.96 ^{cd}	1 431.33±120.51 ^c	787.67±95.21 ^b	5.76±0.14 ^b	86.20±0.43 ^a
60	871.00±10.15 ^c	627.67±9.81 ^b	243.33±6.81 ^d	1 439.33±185.05 ^c	811.67±175.23 ^b	5.64±0.08 ^b	85.07±0.03 ^a

† 同列不同上标字母表示各处理在 P<0.05 时具有显著差异。

说明面粉的抗老化性能增强,可能是混合粉中的纤维素、蛋白质等成分阻碍了淀粉以氢键重新缔合,与 Mais 等^[14]研究发现甘薯纤维素与小麦淀粉交联的共同作用破坏了淀粉的膨润与回生的结果类似。

2.4 马铃薯全粉添加量对挂面烹调品质的影响

由表 4 可知,混合粉挂面自然断条率随着马铃薯全粉添加量的增加而增大,当添加量为 20%时,自然断条率低,说明面条耐煮,筋力较强。当马铃薯全粉添加量为 0%~60%时,马铃薯挂面的熟断条率为 0%,可能是二硫键与其他方式的共价键联合作用,使马铃薯蛋白发生聚集产生类似面筋蛋白的特质,有利于马铃薯挂面成型^[15]。当马铃薯全粉添加量>20%时,挂面的烹调损失率显著增大,可能是马铃薯全粉的增加稀释了面筋含量,使得面筋网络形成不充分,从而减弱了对淀粉的包裹能力,淀粉颗粒在烹调时易溶出,导致烹调损失率增大,与汪周俊等^[16]关于绿豆粉添加量对绿豆挂面烹调特性影响的研究结果类似。

2.5 马铃薯全粉添加量对挂面质构品质的影响

由表 5 可知,马铃薯全粉添加量对挂面的黏性影响不大。挂面的硬度在马铃薯全粉添加量<20%时无明显差异,随着马铃薯全粉添加量的增加,挂面的硬度和弹性减小,可能是马铃薯全粉的吸水能力强,面筋蛋白含量减少,面团的硬度和弹性降低,导致面条质构品质下降。当马铃薯全粉添加量在 0%~30%时,马铃薯挂面的质构品质较好。

表 4 马铃薯全粉添加量对挂面烹调品质的影响[†]

Table 4 Effect of potato granule on cooking qualities of dried noodle				
全粉添 加量/%	自然断条率/ %	熟断条率/ %	最佳烹调 时间/min	烹调损失率/ %
0	1.11±0.21 ^e	0.0±0.0 ^a	5.5±0.0 ^b	7.02±0.20 ^d
10	2.14±0.10 ^d	0.0±0.0 ^a	5.5±0.0 ^b	7.51±0.24 ^d
20	1.87±0.15 ^d	0.0±0.0 ^a	5.5±0.0 ^b	7.26±0.31 ^d
30	3.30±0.08 ^c	0.0±0.0 ^a	5.5±0.0 ^b	9.18±0.10 ^c
40	3.71±0.33 ^{bc}	0.0±0.0 ^a	5.5±0.0 ^b	9.73±0.22 ^{bc}
50	5.34±0.15 ^a	0.0±0.0 ^a	5.5±0.0 ^b	9.98±0.26 ^b
60	4.56±0.18 ^b	0.0±0.0 ^a	6.0±0.0 ^a	11.17±0.17 ^a

† 同列不同上标字母表示各处理在 P<0.05 时具有显著差异。

表 5 马铃薯全粉对挂面硬度、弹性、黏性的影响[†]

Table 5 Effect of potato granule on hardness、elasticity and viscosity of dried noodle			
全粉添加量/%	硬度/g	弹性/g	黏性/g
0	6 390.767±93.859 ^b	0.932±0.016 ^a	0.537±0.034 ^a
10	7 844.733±168.29 ^a	0.944±0.092 ^a	0.568±0.008 ^a
20	7 608.703±82.953 ^a	0.928±0.119 ^a	0.583±0.014 ^a
30	6 454.067±145.627 ^b	0.925±0.012 ^a	0.574±0.025 ^a
40	5 795.038±80.716 ^c	0.927±0.018 ^a	0.585±0.012 ^a
50	5 297.463±182.704 ^d	0.902±0.023 ^{ab}	0.578±0.009 ^a
60	5 426.795±45.278 ^d	0.885±0.131 ^b	0.556±0.046 ^a

† 同列不同上标字母表示各处理在 P<0.05 时具有显著差异。

2.6 马铃薯全粉添加量、粉质特性、糊化特性与混合粉挂面品质的相关性

2.6.1 马铃薯全粉添加量与马铃薯挂面品质的相关性 由表 6 可知,马铃薯全粉添加量与挂面的烹调品质之间存在显著相关性,马铃薯全粉添加量与自然断条率和烹调损失率之间在 0.01 水平呈正相关,按显著程度(P 值大小)依次为烹调损失率>自然断条率,说明马铃薯全粉添加量对面条的品质影响很大。

2.6.2 粉质特性与马铃薯挂面品质的相关性 由表 6 可知,粉质特性参数与挂面品质之间存在相关性。吸水率与挂面的自然断条率、烹调损失率呈极显著正相关。形成时间与挂面的自然断条率呈显著正相关,与硬度呈显著负相关。稳定时间与黏性呈极显著负相关。弱化度与自然断条率呈极显著正相关,与烹调损失率和黏性呈显著正相关,说明粉质特性参数对挂面品质影响较大,按显著程度(P 值大小)依次是吸水率>弱化度>形成时间>稳定时间,意味着混合粉的吸水率、弱化度、形成时间和稳定时间等指标可以在一定程度上对马铃薯挂面的品质进行预测分析。

2.6.3 糊化特性与马铃薯挂面品质的相关性 由表 6 可知,混合粉的糊化特性指标与挂面品质之间存在相关性,赵登登等^[17]也认为面粉的糊化特性对面条品质具有重要影响。峰值黏度、最终黏度和回生值都与自然断条率呈极显著负相关,谷值黏度和衰减值与自然断条率呈显著负相关,最终黏度和回生值与烹调损失率呈极显著负相关,峰值黏度、谷值

表 6 马铃薯全粉添加量、糊化特性、粉质特性与马铃薯挂面品质的相关性[†]

Table 6 Correlation between potato flour, pasting properties, farinograph properties and the quality of potato dried noodle

指标	烹调品质			质构品质		
	自然断条率	最佳烹调时间	烹调损失率	硬度	弹性	黏性
全粉添加量	0.920 * *	0.612	0.960 * *	−0.725	−0.659	0.529
吸水率	0.923 * *	0.524	0.937 * *	−0.690	−0.616	0.600
形成时间	0.865 *	0.003	0.691	−0.837 *	−0.114	0.311
稳定时间	−0.466	0.164	−0.266	−0.171	−0.022	−0.939 * *
弱化度	0.897 * *	0.270	0.826 *	−0.546	−0.382	0.778 *
峰值黏度	−0.885 * *	−0.469	−0.827 *	0.450	0.463	−0.773 *
谷值黏度	−0.873 *	0.445	−0.827 *	0.426	0.373	−0.774 *
衰减值	−0.869 *	−0.483	−0.865 *	0.463	0.557	−0.744
最终黏度	−0.942 * *	−0.459	−0.898 * *	0.625	0.489	−0.682
回生值	−0.934 * *	−0.44	−0.894 * *	0.749	0.553	−0.557
糊化温度	−0.312	−0.57	−0.561	0.255	0.614	−0.507

† * 在 0.05 水平(双侧)上显著; * * 在 0.01 水平(双侧)上显著。

黏度和衰减值与烹调损失率呈显著负相关,峰值黏度与挂面黏性呈显著负相关。说明糊化特性参数对挂面品质的影响较大,按显著程度的大小(P 值大小)依次是最终黏度>回生值>峰值黏度>谷值黏度>衰减值。

综上所述,通过测定马铃薯小麦混合粉的糊化特性,可以预测马铃薯挂面的品质特性。廖卢艳等^[18]研究了不同淀粉的糊化特性与粉条品质的关系,也验证了淀粉的糊化特性能够用来评价粉条的品质。

3 结论

马铃薯全粉的添加使得马铃薯小麦混合粉粉质特性下降,弱化度增大,当添加量增至 20%时,面团弱化明显,加工品质降低。随着马铃薯全粉添加量的增大,最终黏度、衰减值和回生值均减小,表明马铃薯全粉对混合粉的糊化特性影响较大。当马铃薯全粉添加量在 0%~20%时,制作的挂面自然断条率低,且烹调损失率也较低,硬度适中。添加量在 20%以上时,挂面品质下降明显。因此,当马铃薯全粉添加量≤20%时,所制作的挂面品质较好。刘颖等^[1]证实当马铃薯全粉含量在 20%以下时,面条的风味得到有效改善,与本研究结果类似。

马铃薯全粉的添加量、马铃薯小麦混合粉的粉质特性、糊化特性与混合粉挂面的品质特性有显著的相关性,可以通过测定混合粉的粉质特性和糊化特性对混合粉挂面的品质特性进行预测,在今后的研究中,可以利用适宜的化学或物理方法来进一步对马铃薯全粉一小麦粉挂面的品质进行优化。

参考文献

[1] 刘颖,刘丽宅,于晓红,等. 马铃薯全粉对小麦粉及面条品质的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(24): 163-167.
[2] 贺萍,张喻. 马铃薯全粉蛋糕制作工艺的优化[J]. 湖南农业科学, 2015(7): 60-62.
[3] 包鸿慧,周睿,刘泳麟,等. 绿茶风味马铃薯全粉曲奇饼干的研

制[J]. 农产品加工·学刊, 2013(9): 23-25.
[4] 卢肖平. 马铃薯主粮化战略的意义、瓶颈与政策建议[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2015(3): 1-7.
[5] 沈群. 挂面生产配方与工艺[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008: 72-74.
[6] 丛小甫. 中国马铃薯全粉加工业现状[J]. 食品科学, 2002, 23(8): 348-352.
[7] 马栎,宋斌,李逸鹤,等. 马铃薯面条加工工艺研究[J]. 现代面粉工业, 2016, 30(3): 10-13.
[8] CHEN Z, SCHOLS H A, VORAGEN A G J. The Use of Potato and Sweet Potato Starches Affects White Salted Noodle Quality [J]. Journal of Food Science, 2003, 68(9): 2 630-2 637.
[9] 田晓红,汪丽萍,谭斌,等. 小米粉含量对小米小麦混合粉及其挂面品质特性的影响研究[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(8): 17-22.
[10] 李雪芬,王会博,崔国华. 浅谈小麦面粉筋质含量的测定和质量分析[J]. 粮食加工, 2007, 32(2): 95-96.
[11] 张焕新,张伟,徐春仲. 糯小麦粉添加量对配粉流变学特性及馒头品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(3): 80-84.
[12] 王春香,薛惠岚,张国权. 马铃薯全粉一小麦粉混粉流变学特性的试验研究[J]. 粮食与饲料工业, 2004(10): 34-35.
[13] 虞桢芳,王立,钱海峰,等. 全麦粉对石梅盘香饼面团及其产品品质的影响[J]. 食品与机械, 2016, 32(3): 183-187.
[14] MAIS A, BRENNAN C S. Characterisation of flour, starch and fibre obtained from sweet potato (kumara) tubers, and their utilisation in biscuit production [J]. International Journal of Food Science & Technology, 2008, 43(2): 373-379.
[15] 赵学伟,魏益民,张波. 挤压对小米蛋白溶解性和分子量的影响[J]. 中国粮油学报, 2006, 21(2): 38-43.
[16] 汪周俊,黄亮,李爱科,等. 绿豆一小麦混合粉加工特性及其挂面品质研究[J]. 粮油食品科技, 2016, 24(5): 49-53.
[17] 赵登登,周文化. 面粉的糊化特性与鲜湿面条品质的关系[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 26-29.
[18] 廖卢艳,吴卫国. 不同淀粉糊化及凝胶特性与粉条品质的关系 [J]. 农业工程学报, 2014, 30(15): 332-338.