

马铃薯对面团及馒头品质的影响

方秀丽,陈瑶,张炜,常柳,段晓亮,欧阳姝虹,洪宇,孙辉

(国家粮食局科学研究院,北京 100037)

摘要:针对马铃薯主食化品种适用性问题,选取5个品质差异较大的马铃薯样品,蒸熟制成泥后与小麦粉搭配,制作马铃薯馒头。对马铃薯馒头分别进行了感官评价和仪器分析,探究了马铃薯对面团品质的影响规律。结果表明,添加30%马铃薯泥的混合面团筋力减弱,加工性能略有下降,但具有良好的持气能力和产气能力,发酵性能良好;不同品种的马铃薯对混合面团的流变学特性及所制作的面团品质影响存在较大差异,其中马铃薯1和马铃薯5较适用于加工馒头。

关键词:马铃薯;面团;馒头;流变学特性;感官评价

中图分类号:TS 215;TS 213.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2017)04-0005-05

The effects of potato on the quality of dough and steamed bread

FANG Xiu-li, CHEN Yao, ZHANG Wei, CHANG Liu, DUAN Xiao-liang,

OUYANG Shu-hong, HONG Yu, SUN Hui

(Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037)

Abstract: Five varieties of potato with different quality were selected to mash and mixed with wheat flour and make steamed bread. The effect of the addition of potato on the quality of dough was investigated by sensory evaluation and instrument analysis. Results showed that the dough strength weakened by adding 30% mashed potato, and the processing performance descended slightly, while with good gas retention and production capacity and good fermentation performances. The effects of the varieties of potato on mixed dough rheological properties and the quality of steamed bread were significantly different, two varieties of potato, potato sample 1 and potato sample 5, were considered to be suitable for making potato-mixed steamed bread.

Key words: potato; dough; steamed bread; rheological properties; sensory evaluation

马铃薯又名山药,洋芋等,是世界上仅次于小麦、水稻和玉米的第4种主要粮食作物。马铃薯营养丰富,含有优质蛋白,其生物效价与全蛋相当,并含多种维生素和矿物质。马铃薯中还含有抗性淀粉,抗性淀粉在体内具有充饥解饿但不产生能量的特点。摄入抗性淀粉,对于糖尿病人控制血糖浓度,以及普通人控制体重非常有效^[1]。

馒头是我国传统主食之一,在我国北方地区的饮食结构中占有极其重要的地位。近年来人们的饮食观念由吃饱开始向吃好和吃出健康方向转变,从而促使人们对食品营养要求不断提高。通过将马铃薯泥添加到小麦粉中做成适合中国人消费习惯的馒

头,不仅可实现马铃薯由副食消费向主食消费转变,而且也满足我国人民由温饱消费向营养健康消费的需求。在目前的研究中,关于马铃薯主食化的研究主要集中在马铃薯淀粉对面制品加工品质的影响,也有部分研究探讨了马铃薯淀粉或全粉影响面团流变学特性的变化规律。有研究发现马铃薯全粉的加入,对面包的营养价值和品质均有所改善^[2]。彭荷花等研究也发现添加马铃薯淀粉可使所制面条表面光亮,黏弹性强,蒸煮时间明显缩短^[3]。而对于直接使用马铃薯与小麦粉结合制作馒头,马铃薯对面团流变学特性以及对面制品品质影响的研究鲜有报道。本实验选取不同品种的马铃薯样品,制成泥后与小麦粉搭配,制作马铃薯馒头,并采用粉质仪、拉伸仪、面团流变学测定仪研究马铃薯-小麦粉混合面团的流变学特性,以期对马铃薯主食产品的研发提供参考。

收稿日期:2016-11-28

作者简介:方秀丽,1984年出生,女,助理研究员。

通讯作者:孙辉,1971年出生,女,研究员。

1 材料与方法

1.1 实验材料

小麦粉为富强粉:购于超市。马铃薯样品信息见表1。

表1 5种不同品种马铃薯来源及编号

品种	来源	编号
冀张薯3号	张家口农科院	马铃薯1
冀张薯5号	张家口农科院	马铃薯2
冀张薯8号	张家口农科院	马铃薯3
冀张薯15号	张家口农科院	马铃薯4
区试品种	张家口农科院	马铃薯5

1.2 仪器设备

Swanson 针式和面机和压片机:美国 National 公司;恒温恒湿箱:北京东方孚德公司;馒头切片机(旋转盘式无锯齿切片器):美国 Graef 公司;电子游标卡尺:广陆数字测控股份有限公司;体积测定仪:美国 National 公司;CR-400 彩色色差计:日本美能达公司;C-Cell 图像分析仪:英国 Calibre Control International Ltd.;粉质、拉伸仪:德国 Brabender 公司;TA-XT2i 物性仪:英国 SMS 公司;F4 流变发酵测定仪:法国肖邦(Chopin)公司。

1.3 实验方法

马铃薯馒头的制作及混合面团流变学特性测定,马铃薯泥的添加量均相当于对照组富强粉重量的30%,同时将添加的马铃薯换算成14%水分基,计算所需富强粉的量。

1.3.1 马铃薯泥制作方法

将马铃薯块茎洗净,带皮放入锅中,加适量水,煮熟,然后取出,剥去皮,捣成泥状。

1.3.2 马铃薯馒头配方

对照组:200 g 富强粉;实验组:186 g 富强粉 + 60 g 马铃薯泥,加水量根据富强粉吸水率及马铃薯的含水量确定,酵母均为 1.6 g。

1.3.3 马铃薯馒头制作

参考 GB/T 20571—2006 附录 A 中馒头的制备方法。

1.3.4 马铃薯馒头感官评分

参考 LS/T 3204—1993,并作修改。

1.3.5 马铃薯馒头仪器评价

色泽,参照 Oliver 等方法^[4],采用日本美能达 CR-400 彩色色差计进行色泽测定。

质构特性,参考孙辉等方法^[5],采用物性仪对硬度、回复力、粘性和压力松弛等参数进行分析。

纹理,参考孙辉等方法^[6],采用 C-Cell 图像分析仪进行纹理特性分析。

1.3.6 混合面团流变学特性测定

粉质特性,称取 46 g 富强粉 + 15 g 马铃薯泥(对照组为 50 g 富强粉),参考 GB/T 14614—2006 进行测定。

拉伸特性,称取 279 g 富强粉 + 90 g 马铃薯泥(对照组为 300 g 富强粉),参考 GB/T 14615—2006 进行测定。

发酵特性,称取 232 g 小麦粉 + 75 g 马铃薯泥(对照组为 250 g 富强粉),3 g 酵母,添加 67 g 水在肖邦吹泡仪的和面钵中揉面 1 min,加入 5 g 盐,继续揉面 6 min,制成面团。取 315 g 面团用于 F4 流变发酵性能测定,砝码为 2 000 g,测定温度(28 ± 0.5)℃。

1.3.7 数据分析

采用 Excel 软件、SPSS16.0 软件进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 马铃薯馒头感官评分及仪器评价

2.1.1 感官评分

馒头的感官评分体系中比容和内部结构分值比重较大,各为 20 分。马铃薯馒头感官评分及差异性分析见表 2,与对照样品相比,添加不同品种的马铃薯样品,对馒头的比容没用显著影响,评分均达到了 20 分,但对其内部结构表现出了不同程度的影响,对照样品的内部结构评分为 16 分,添加马铃薯 1、马铃薯 3 后馒头的内部结构评分升高,而添加马铃薯 2、马铃薯 4 和马铃薯 5 则使馒头的内部结构变差,评分降低。对不同马铃薯馒头间进行比较,可以发现在宽高比、比容、弹性、韧性、食味方面均不存在差异,而表面色泽、感官总分上呈现差异。表面色泽的差异可能是由于马铃薯本身的颜色与小麦粉的颜

表2 马铃薯馒头的感官评分及其差异性分析

样品	宽高比 5	比容 20	弹性 10	表面色泽 10	表面结构 10	内部结构 20	韧性 10	粘性 10	食味 5	总分 100
WF	4.5ab	20.0a	8.0c	8.0d	8.0b	16.0bc	8.0a	8.0a	4.0a	84.5d
WF + 马铃薯 1	4.5ab	20.0a	7.8bc	7.2abc	7.4ab	17.0c	7.8a	8.0a	4.1a	83.8c
WF + 马铃薯 2	4.5ab	20.0a	7.2abc	7.4bcd	8.0b	14.0ab	7.2a	7.9a	4.0a	80.2ab
WF + 马铃薯 3	5.0b	20.0a	7.5bc	6.8ab	7.1a	16.2c	7.4a	7.6a	4.0a	81.6bc
WF + 马铃薯 4	4.0a	20.0a	7.1abc	7.1abc	7.5ab	13.5a	7.2a	7.2a	4.0a	77.8a
WF + 马铃薯 5	4.5ab	20.0a	7.6bc	7.2abc	7.8ab	15.0bc	7.2a	7.2a	4.0a	80.6b

注:WF 为富强粉;同列字母不同表示差异显著($P \leq 0.05$),下同。

色差异较大,所以导致5种马铃薯馒头之间不存在差异,而与对照样品表现出了差异性。根据感官评价总分,添加马铃薯1、马铃薯2、马铃薯3、马铃薯5的馒头总评分均高于80分,较适合加工馒头,其中添加马铃薯1的馒头评分最高,而添加马铃薯4做成的馒头感官总分仅77.8分,不太适宜做馒头。

2.1.2 仪器评价

马铃薯馒头色泽测定结果见表3,比对照样品马铃薯馒头的L*值降低,a*值降低,b*值升高。说明随着马铃薯的加入,馒头颜色向暗、黄绿方向转变,其中添加马铃薯1的馒头亮度较高。可能与马铃薯中的多酚类物质发生褐变有关。刘静等研究表明马铃薯鲜切后其中的多酚氧化酶能够催化底物氧化聚合,导致褐变^[7]。

表3 马铃薯馒头的色泽差异性分析

色泽指标	WF	WF+马铃薯1	WF+马铃薯2	WF+马铃薯3	WF+马铃薯4	WF+马铃薯5
L*	85.61d	83.74c	82.80ab	83.50bc	82.38a	83.46bc
a*	-1.65e	-2.46a	-2.18b	-1.88d	-2.04c	-1.90d
b*	16.41a	19.12c	17.86bc	17.37ab	18.06bc	18.74c

在质构分析中,弹性对馒头综合评分的贡献最大,其次分别是硬度和粘性,其中弹性和粘性都是正向作用,而硬度则为负向作用,说明以TPA测定得到的弹性和粘性值越大,硬度越小,馒头的综合评分就越高^[5]。马铃薯馒头质构特性测定结果见表4,不同马铃薯馒头在硬度和回复力上存在一定的差异,添加马铃薯2的馒头硬度、回复力较大,粘性值

较低,说明馒头粘牙,口感较差;添加马铃薯1、马铃薯5的馒头硬度、回复力较小,馒头品质较好。压力松弛与弹性成显著负相关,由表3可看出,添加马铃薯1和马铃薯3的馒头压力松弛值较小,弹性较好,添加马铃薯2的馒头压力松弛值较大,弹性较差。

表4 马铃薯馒头的物性差异性分析

样品	硬度 /g	回复力 /g	压力松弛 /%	粘性 /(g. sec)
WF	2 454abc	1 740bc	29.07b	-24.03b
WF+马铃薯1	2 110ab	1 539ab	27.09a	-25.82b
WF+马铃薯2	3 249cde	2 257de	30.54c	-59.57a
WF+马铃薯3	2 789bcd	2 026bcde	27.33a	-24.91b
WF+马铃薯4	2 518abc	1 785bcd	29.12b	-18.11b
WF+马铃薯5	1 756a	1 245a	29.08b	-25.86b

马铃薯馒头纹理测定结果见表5,添加马铃薯后,馒头的气孔数量减少,气孔壁变厚,气孔直径变大,粗气孔体积增加,内部结构变差。而马铃薯馒头的切片面积均有不同程度的变大,说明加入马铃薯后馒头的体积变大。可能是由于马铃薯中还原糖含量高,导致酵母活性增强,从而改善了馒头的体积。De Orduna等研究表明,酵母的生长速率随糖浓度的升高而增加,在糖浓度为200g/L时生长量趋于平稳^[8]。加入不同马铃薯馒头的切片亮度差异较大,添加马铃薯5的馒头切片面积变大,切片亮度提高。可能与马铃薯中淀粉含量及其品质密切相关。张馨文等研究表明,随着马铃薯氧化淀粉添加量的增加,馒头的表皮亮度和内瓢亮度都在增加,马铃薯氧化淀粉可改善馒头色泽^[9]。

表5 马铃薯馒头的纹理差异性分析

样品	切片面积/mm ²	切片亮度	气孔数量	壁厚/mm	气孔直径/mm	粗气孔体积 /mm ³	平均气孔延伸长度	气孔密度
WF	241 536a	158.8d	6 338d	2.53a	6.53a	2.78a	1.574 b	0.026 c
WF+马铃薯1	242 522a	151.8a	5 988bcd	2.59ab	6.99ab	3.15a	1.580 c	0.025bc
WF+马铃薯2	253 698bc	152.8ab	5 462ab	2.77c	7.88c	3.90b	1.602 c	0.022 a
WF+马铃薯3	240 458a	154.5c	6 276cd	2.52a	6.62a	2.96a	1.556ab	0.026 c
WF+马铃薯4	257 932c	153.6bc	5 606bc	2.75bc	7.74bc	4.27b	1.564ab	0.022ab
WF+马铃薯5	250 710b	160.7e	5 819bcd	2.66abc	7.48bc	3.86b	1.556ab	0.023abc

2.2 马铃薯对面团流变学特性的影响

流变学特性分析已经用于研究面团的调制、烘烤过程、最佳工艺条件以及产品的质量,在评判面制品的质量中是1种很有前途的方法^[10]。面团

流变学特性与馒头品质直接相关,影响小麦粉的加工品质和最终产品的质量。张馨文等研究表明,适量添加马铃薯氧化淀粉可有效改善面团的粉质、拉伸和糊化特性以及馒头的品质^[9]。

2.2.1 马铃薯对面团粉质特性的影响

面团粉质特性分析参数包括小麦粉吸水率、面团形成时间、面团稳定时间、弱化度和粉质质量指数等。面团稳定时间越长,馒头弹性和韧性的评分越高;面团的弱化度越大,馒头弹性、韧性和粘性的评分越低;粉质质量指数越大,馒头弹性、韧性的评分越高^[11]。从测定结果表6可以看出:添加马铃薯后,面团的吸水率降低,形成时间、稳定时间变短,而弱化度变大,粉质质量指数变小,说明马铃薯的加入使面团的面筋强度和弹性变小。比较5种马铃薯,加入马铃薯1后混合面团稳定时间、粉质质量指数较高。

表6 马铃薯—小麦粉混合面团粉质测定结果

粉质参数	WF	WF+马铃薯1	WF+马铃薯2	WF+马铃薯3	WF+马铃薯4	WF+马铃薯5
吸水率/%	62.3b	57.1a	61.4b	61.6b	61.9b	62.7b
形成时间/min	3.9b	1.2a	1.4a	1.5a	1.3a	1.2a
稳定性/min	4.7b	2.0a	1.3a	1.4a	1.2a	0.9a
弱化度/FU	47a	148b	143b	148b	175c	188c
粉质质量指数	70.5c	23.5b	21.5ab	23.5b	17.5a	16.0a

面团吸水量取决于面筋蛋白质和淀粉结合水的能力。面筋蛋白质表面具有很多亲水基团,其亲水性高于淀粉;但是淀粉的吸水速度则比面筋蛋白质更快^[12]。由于马铃薯淀粉结合水的能力远高于小麦淀粉,所以在小麦粉中添加马铃薯后,可能导致面筋过度吸水,使得混合面团的稳定性下降。同时,添加马铃薯后,面团中面筋蛋白质相对含量下降,造成筋力减弱,使面团稳定性下降、弱化度升高和粉质质量指数降低,加工性能略有下降,与王春香等人的研究结果一致,研究表明当添加马铃薯全粉后,小麦面筋蛋白含量相对下降,面筋筋力减弱,导致面团稳定性发生变化^[12]。

2.2.2 马铃薯对面团拉伸特性的影响

从小麦粉的拉伸曲线可得到拉伸曲线面积、面团延伸度、面团抗延展性阻力(拉伸阻力)和拉伸比例等参数。延伸度指面团的拉伸长度,表示面团的延展性和可缩性^[13],拉伸阻力反映面团的筋力强度,阻力越大筋力越强^[14],感官评价中,拉伸阻力主要通过影响馒头弹性和韧性的评分从而影响总评分。面团拉伸面积、最大拉伸阻力、拉伸阻力和延伸度与馒头品质都呈极显著正相关^[15]。张剑等指出拉伸面积、最大拉伸阻力与拉伸阻力等因素对

馒头综合得分的影响显著^[11]。由表7可以看出,与对照样品相比,添加马铃薯后混合面团的拉伸面积、拉伸阻力均减小,延伸度显著变大,其中添加马铃薯5的面团拉伸性能与对照样品间差异最小。罗凤莲等^[16]研究发现马铃薯淀粉可使小麦粉的最大拉伸阻力和拉伸曲线面积降低,与本研究结果一致。

表7 马铃薯—小麦粉混合面团拉伸测定结果

拉伸参数	WF	WF+马铃薯1	WF+马铃薯2	WF+马铃薯3	WF+马铃薯4	WF+马铃薯5
拉伸曲线面积/cm ²	62d	47c	46c	36a	41ab	61d
拉伸阻力/BU	257c	177b	156ab	135a	151a	239c
延伸度/mm	142a	152bc	163d	157cd	157cd	148ab
最大拉伸阻力/BU	302c	204b	192b	149a	182b	296c
拉伸比例	1.8d	1.2b	1.0a	0.9a	1.0a	1.6c
最大拉伸比例	2.2d	1.4c	1.2bc	0.9a	1.2bc	2.0d

2.2.3 马铃薯对面团发酵流变参数的影响

使用F4发酵流变仪,通过模拟面团的发酵过程,可以测得面团发酵全过程中各时间点的发酵参数,从而反应面筋蛋白网络结构的特性。由表8可知,添加不同马铃薯样品后,面团的最终发酵高度(Hm)、终点发酵高度(h)均稍有降低,其他样品与对照样品间并不存在显著差异,其中加入马铃薯5的面团到达发酵高度的时间(T1)显著增加,说明加入马铃薯5可显著改善面团的耐性。

表8 马铃薯—小麦粉混合面团发酵曲线结果

样品名称	最大发酵高度 Hm/mm	终点发酵高度 h/mm	(Hm-h)/Hm/%	达到最大发酵高度的时间 T1/h
WF	45.7b	41.8a	8.45ab	1.85a
WF+马铃薯1	45.6b	41.4a	9.15b	1.73a
WF+马铃薯2	39.6ab	37.9a	4.10ab	1.74a
WF+马铃薯3	37.4a	36.1a	3.25ab	1.60a
WF+马铃薯4	40.1ab	38.5a	4.05ab	1.86a
WF+马铃薯5	39.3ab	38.4a	2.20a	2.61b

使用F4发酵流变仪同时可以测得面团发酵全过程中各时间点的的气体释放参数,结果见表9,与对照样品相比,加入马铃薯1和马铃薯5的面团出现孔洞的时间(Tx)增加,而加入马铃薯2、马铃薯3、马铃薯4的面团出现孔洞的时间减少,说明加入马铃薯1和马铃薯5时可延缓CO₂气体的溢出时间,提高了面团的持气性,有利于改善馒头的体积。混合面团的气体保留系数与对照样品间不存在显著差异。

表9 马铃薯—小麦粉混合面团气体释放曲线结果

样品名称	气体释放曲线 最大高度 H _m /mm	达到气体释放 最大高度时间 T ₁ /h	面团出现孔洞 时间 T _x /h	产生气体 总体积 /mL	CO ₂ 总损失 体积/mL	保持气体 体积/mL	气体保留 系数/%
WF	71.2a	1.19a	0.95a	1648a	405a	1243a	75.5a
WF + 马铃薯 1	73.7a	1.50a	1.04a	1775a	516a	1260a	71.0a
WF + 马铃薯 2	70.2a	1.48a	0.94a	1747a	514a	1233a	70.6a
WF + 马铃薯 3	69.3a	1.41a	0.85a	1760a	559a	1202a	68.3a
WF + 马铃薯 4	67.1a	1.35a	0.93a	1654a	451a	1203a	72.8a
WF + 马铃薯 5	67.0a	2.10a	1.05a	1640a	434a	1206a	74.2a

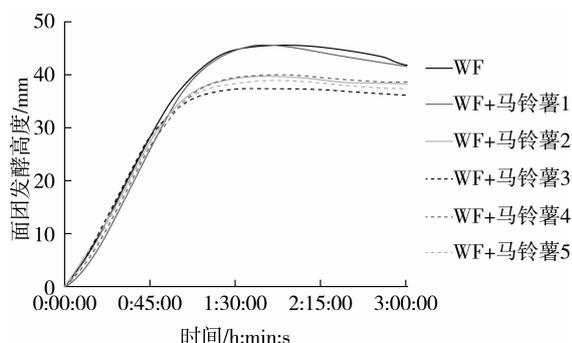
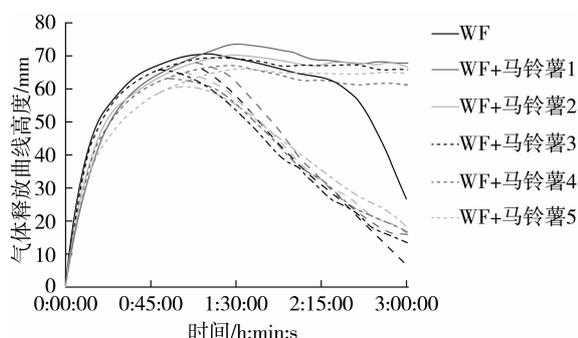


图1 面团发酵曲线



注:图中同种颜色表示同一样品,实线表示该样品产气曲线,虚线表示保留在面团内的气体曲线。

图2 气体释放曲线

由面团发酵曲线(图1)和气体释放曲线(图2)可知,添加马铃薯的面团发酵3 h后发酵曲线、气体释放曲线仍能保持较好的形态,而对照样品的产气曲线在2 h后迅速下降,产气量明显减少,说明马铃薯混合面团具有良好的耐性和产气能力,发酵能力强。

3 结论

将5种马铃薯制泥后直接与小麦粉配比制作马铃薯馒头,结果表明,添加30%马铃薯泥,混合面团加工性能略有下降,但是面团延伸度显著变大,产气能力和持气能力良好,仍具有较好发酵性能。不同品种的马铃薯对混合面团的流变学特性及马铃薯馒头的品质影响差异显著,综合考虑马铃薯混合面团的流

变学特性及马铃薯馒头的感官品质、物理特性,马铃薯1和马铃薯5较适合用于加工馒头,说明不同品种马铃薯在加工馒头的适应性上存在较大差异。

参考文献:

[1] King J C, Slavin J L. White potatoes, Human Health and Dietary Guidance. American Society for Nutrition [J]. Adv. Nutr. 2013 (4):3939-4015.

[2] 赵文亚. 添加马铃薯全粉对面包品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(8):114-115.

[3] 彭荷花, 鲁战会, 李里特. 面条用品质改良剂综述[J]. 食品科技, 2004(7):78-82.

[4] Oliver J R, Blakeney A B, Allen H M. Measurement of flour color is color space parameters[J]. Chemistry, 1992, 69:546-551.

[5] 孙辉, 姜薇莉, 田晓红, 等. 利用物性测定仪分析小麦粉馒头品质[J]. 中国粮油学报, 2005, 20(6):121-125.

[6] 孙辉, shuping Yan, F. MacRitchie. 利用图像分析技术评价发酵面食品品质的研究[J]. 河南工业大学学报, 2011, 32(4):59-67.

[7] 刘静, 李湘利, 冯磊, 等. 鲜切马铃薯多酚氧化酶酶学特性及褐变抑制剂的研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(34):17067-17069.

[8] De Orduna R M. Climate change associated effects on grape and wine quality and production[J]. Food Research International, 43(7):1844-1855.

[9] 张馨文, 董海洲, 刘传富, 等. 马铃薯氧化淀粉对面团特性及馒头品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(10):6-10.

[10] 吕军仓. 面团流变学及其在面制品中的应用[J]. 粮油加工, 2006(2):66-68.

[11] 张剑, 李梦琴, 李林业, 等. 小麦蛋白质和粉质特性对馒头品质的影响. 扬州大学学报, 2007, 28(3):64-67.

[12] 王春香, 薛惠岚, 张国权. 马铃薯全粉—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] 刘艳玲, 田纪春, 韩祥铭, 等. 面团流变学特性分析方法比较及与烘烤品质的通径分析[J]. 中国农业科学, 2005, 38(1):45-51.

[14] 刘志伟, 何宁, 等. 粉质仪和拉伸仪在面粉生产中的应用[J]. 农业科技与装备, 2008, 10(5):48-49.

[15] 孙辉, 姜薇莉, 林家永. 小麦粉理化品质指标与食品加工品质的关系研究[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(3):12-16.

[16] 罗凤莲, 夏延斌, 欧阳建勋. 面粉中添加淀粉前后性质的变化[J]. 粮食科技与经济, 2004(1):45-46.