

不同粉碎方式的豌豆粉对豌豆挂面品质的影响

田晓红¹, 沈群², 张敏³, 李芳⁴, 谭斌¹

(1. 国家粮食局科学研究院, 北京 100037; 2. 中国农业大学, 北京 100083;
3. 北京工商大学, 北京 100048; 4. 中国粮油学会, 北京 100037)

摘要:用四种粉碎方式(锤磨、针磨、辊磨和石磨)得到的脱皮黄豌豆粉,制作豌豆粉挂面,并对豌豆粉和豌豆挂面的品质进行评价,探讨粉碎方式对豌豆及豌豆挂面品质的影响规律。结果表明:辊磨制备的豌豆粉粒度分布均匀,粒度最小,其次是针磨,锤磨和石磨制得的豌豆粉粒度较大,且分布不均匀;豌豆粉粒径的 $D[4,3]$ 、 $D[3,2]$ 、 $d(0.5)$ 、 $d(0.9)$ 与损伤淀粉含量均呈极显著的负相关关系(r 分别为 -0.929 、 -0.708 、 -0.757 、 -0.978);辊磨的豌豆挂面表面光滑、均匀,外观好,感观得分最高,其次是针磨的豌豆挂面,锤磨和石磨的豌豆挂面表面有肉眼可见的小白色颗粒,外观稍差;辊磨的豌豆挂面和针磨豌豆挂面的总分最高,分别为91.4分,和91.8分,适合制作豆类挂面。

关键词:粉碎方式;豌豆粉;挂面;品质

中图分类号:TS 214.9 文献标识码:A 文章编号:1007-7561(2016)02-0012-05

Influences of pea flour milled by different methods on the quality of pea dried noodles

TIAN Xiao-hong¹, SHEN Qun², ZHANG Min³, LI Fang⁴, TAN Bin¹

(1. Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037;

2. China Agriculture University, Beijing 100083;

3. Beijing Technology and Business University, Beijing 100048;

4. Chinese Cereals and Oils Association, Beijing 100037)

Abstract: Making dried noodles with mixed wheat flour and yellow pea flour which was ground by Pin mill (PM), Roller mill (RM), Stone mill (SM) and Hammer mill (HM). The qualities of pea flour and the dried noodles were evaluated. The effect of milling method on the qualities of pea flour and the dried noodles was discussed. The result showed that The particle size of yellow pea flours milled by RM and PM are smaller with more uniformity than that milled by HM and SM. The particle size of pea flours ($D[4,3]$, $D[3,2]$, $d(0.5)$, $d(0.9)$) correlates very significantly negative with damaged starch content (r were -0.929 , -0.708 , -0.757 , -0.978 respectively); The pea noodles containing flour milled by RM were smoother, with better uniformity and appearance and higher score. Next was that by PM. While some granules can be seen on surface of the pea noodles which contained pea flour milled by HM and SM. The total scores of the noodles contain pea flour milled by RM and PM are 91.4 and 91.8 respectively, which were suitable to grind flour for making dried noodles than Stone mill and Hammer mill.

Key words: milling methods; pea flour; dried noodle; quality

挂面是我国及亚洲一些国家的主食之一。近些年,随着消费者收入水平的提高,对食品营养品质要

求不断提高,营养、健康、美味的挂面越来越受到消费者的青睐^[1]。将杂豆与小麦粉混合制作成杂豆挂面,丰富了挂面的品种,提高了挂面的营养品质,增加了面条中的蛋白质含量,弥补了小麦粉中一些氨基酸的不足,提高了蛋白质的利用率。随着人们

收稿日期:2015-08-17

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(ZX1510)

作者简介:田晓红,1979年出生,女,副研究员.

通讯作者:谭斌,1971年出生,男,博士,研究员.

对杂豆营养作用认识不断加深,杂豆挂面有了很大的发展^[2-3]。但是,杂豆中淀粉的特性与蛋白的特性与小麦粉的有很大不同^[4-5]。目前对小麦粉碾磨工艺研究有很多报道,而对杂粮碾磨技术的研究却很少。以往,对杂豆粉碎技术的研究只局限于饲料中,将杂豆作为食品配料的探讨不多,作为面条的配料的研究很少。一些杂豆中蛋白和淀粉之间结合紧密,不易粉碎,原料粒径的大小对面团流变学特性及面制品品质有较大影响^[6]。因此,本实验用不同粉碎方式得到的脱皮黄豌豆粉制作豌豆挂面,并对豌豆粉和豌豆挂面的品质进行评价,探讨粉碎方式对杂豆挂面的影响规律,以期对豆类挂面加工提供指导。

1 材料与amp;方法

1.1 实验材料

四种粉碎方式(锤式磨、针磨、辊磨和石磨)得到的去脱黄豌豆粉:加拿大豆类协会提供;大磨坊雪花高筋小麦粉:市售。

1.2 仪器与设备

Mastersizer2000 E型激光粒度仪:英国马尔文公司;RVA-3D+分析仪:澳大利亚 Newport 公司;SDmatic 损伤淀粉测定仪:法国特里百特-雷诺公司;JHMZ 200 试验和面机、JMTD-168/140 试验面条机:北京东孚久恒仪器技术有限公司;电子分析天平:瑞士梅特勒托利多公司;DGG-9000 型电热恒温鼓风干燥箱:上海森信试验仪器有限公司;PRX-35013 智能人工气候箱:宁波海曙赛德实验仪器厂;TA.XT2i Plus 质构仪,英国 Stable Micro System 公司。

1.3 实验方法

1.3.1 粒径大小测定:将适量的豌豆粉放入激光粒度仪容器内,测定粉体的粒径大小和分布。

1.3.2 配粉:将小麦粉与四种粉碎方式得到的黄豌豆粉按重量百分比进行配粉,豆粉的比例为 15%。

1.3.3 面粉特性测定方法:水分含量测定按照 AACC 44-19 方法;RVA 粘度曲线按照 AACC 76-21 的方法测定;损伤淀粉含量用肖邦 SD matic 损伤淀粉测定仪测定 1.0 g 挤压糙米粉中损伤淀粉含量,以 UCDC 值计。

1.3.4 面条制作与评价

1.3.4.1 面条制作 参照参考文献^[7],采用混粉→和面→熟化→轧片→切条→干燥→包装七部分组成,其中黄豌豆粉占混合粉的比例为 15%。

1.3.4.2 面条蒸煮品质评价

面条最佳煮制时间的测定:参照 LS/T 3212—2014^[8]。

烹调损失率的测定:取干面条 30 根,称重 m_1 ,放入 500 mL 沸水中,同时开始计时,保持水处于 98~100 °C 微沸状态下煮制。达到最佳煮制时间时捞出,放到 135 °C 烘箱内烘至恒重,称量 m_3 ,烹调损失率 = $100\% \times [m_1 \times (1 - w) - m_3] / m_1 \times (1 - w)$ 。式中, w 为挂面水分含量,重复三次,取均值。

1.3.4.3 质构仪测试

用质构仪测定挂面的硬度、粘度和干面条折断。测试的参数设定参照文献^[8]。

1.3.4.4 感观品尝评价

取 40 g 长度为 20 cm 的干面条放入 2 000 mL 沸水中,在 1200 W 煮至最佳蒸煮时间,捞出面条,以自来水冲洗 30 s,控干水分后,分放到不同的不锈钢盘子中,供六人品尝小组进行品尝。评价标准为:亮泽度 10 分、表观状态 20 分、适口性 20 分、韧性 25 分、粘性 10 分、爽滑性 10 分、食味 5 分,总分为 100 分。

1.3.5 数据处理

实验均进行三次或以上重复,数据采用 SPSS 和 Excel 软件进行统计分析处理。

2 结果与分析

2.1 粉碎方式对豆粉理化特性的影响

目前常用的粉碎方式有锤磨、针磨、辊磨和石磨等四种,通过这四种方式制得的豌豆粉特性也有所不同。

2.1.1 豌豆粉的粒径分布

从图 1 中可以看出,不同豌豆粉粒径分布不同,锤磨豌豆粉、石磨豌豆粉、针磨豌豆粉的粒度分布图有两个粒度峰值,第一个峰在 20~40 μm 之间,锤磨和石磨豌豆粉的第二个峰值在 150~400 μm 之间,石磨和锤磨豌豆粉主要在 200~300 μm 之间,针磨豌豆粉的第二个峰值在 100~220 μm 之间。石磨是最古老的粉碎方式,它是通过两个互相平行的石制磨辊相互运动来碾磨谷物^[9-10],目前在小麦制粉上也有一定的应用,锤式磨能粉碎杂豆坚硬的外壳,在杂豆、杂粮、饲料上应用较多,是目前处理杂粮原料最为常用的一种方式,这两种粉碎方式制得的豌豆粉粒度分布不均匀,粒径较大。针磨是一种撞击磨,装配了两个带有圆形针的互相咬合的圆盘,可以通

过调整圆盘的转动速度来生产不同细度的豆粉,生产出的豆粉颗粒尺寸较小。针磨豌豆粉的粒度均匀性优于锤磨和石磨制得的豌豆粉。辊磨豌豆粉粒度主要分布在20~100 μm之间,粒度分布均匀,粒度在四种豆粉中最小,辊磨在小麦制粉中使用非常广泛,胚乳经过一系列转动的成对钢制拉丝辊或光辊的碾轧,其粒径逐渐减小,经过筛理后,胚乳与麸皮和胚芽分离^[11]。

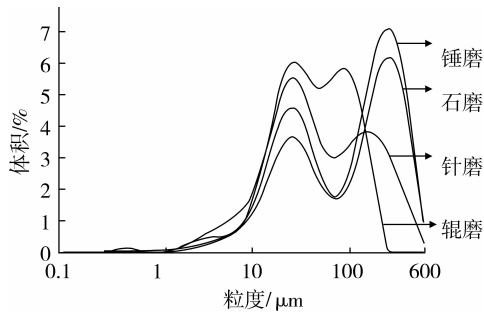


图1 豌豆粉的粒径分布

2.1.2 粉碎方式对豌豆粉损伤淀粉的影响

在粉碎过程中,淀粉颗粒受到粉碎机磨辊的切割、挤压、气流等作用力的影响,淀粉颗粒的内部结构和外表形态受到伤害,出现裂纹和碎片,这样的淀粉颗粒成为损伤淀粉^[12]。损伤淀粉改变了淀粉的流变学特性,增加了吸水率,提高了酶敏感性。破损淀粉对面条品质也会产生很大影响,随着破损淀粉的增加会增大面团的吸水量,降低熟面条的内部和表面硬度^[13]。豌豆粉的粉碎方式不同,损伤淀粉的含量也不同,不同粉碎方式的豌豆粉损伤淀粉含量存在显著性差异($P < 0.05$),结果见图2。辊磨的损伤淀粉含量最大,其次是针磨,锤磨和石磨的损伤淀粉含量最小。损伤淀粉含量与粒径的 $D[4,3]$ 、 $D[3,2]$ 、 $d(0.5)$ 、 $d(0.9)$ 均呈极显著的负相关关系(r 分别为 -0.929 、 -0.708 、 -0.757 、 -0.978),粒径小的辊磨和针磨的损伤淀粉含量最大,分别为 35.3 UCDC 和 26.9 UCDC。这是因为粉碎程度越高,颗粒相互以及颗粒与粉碎机之间的碰撞也越剧烈,大颗粒被逐渐粉碎成更小的颗粒,导致淀粉颗粒损伤,从而使损伤淀粉含量增加^[14]。

2.1.3 粉碎方式对豌豆粉 RVA 糊化特性的影响

RVA 是测定淀粉糊化特性最常用的方法之一,测定的结果峰值粘度、最低粘度、最终粘度、回生值能很好反映出淀粉糊化的变化过程^[15],对面条吸水率、蒸煮损失和面条的质构特性指标也有密切的关系^[16]。不同粉碎方式的豌豆粉 RVA 变化见图3。

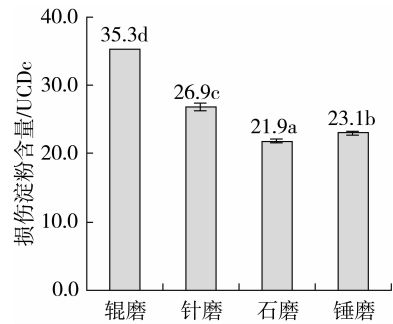


图2 粉碎方式对豌豆粉损伤淀粉含量的影响

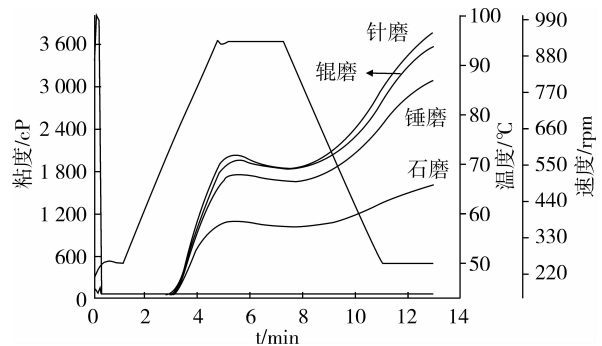


图3 不同粉碎方式的豌豆粉 RVA 曲线和值

从图3中可以看出,针磨和辊磨的豌豆粉 RVA 曲线较为接近,峰值粘度、最终粘度、回生值较高,锤磨的豌豆粉峰值粘度和最终粘度次之,石磨的豌豆粉峰值粘度、最终粘度、回生值、衰减值、峰值时间和糊化温度均为最低。峰值粘度与最低粘度、最终粘度、回升值、呈极显著相关关系(r 分别为 0.996 、 0.986 、 0.976),与糊化温度呈显著性负相关关系($r = -0.768$)。最低粘度与最终粘度、回升值呈极显著正相关关系(r 分别为 0.996 、 0.990),与糊化温度呈显著负相关关系($r = -0.759$),该结果与高杨的结果相同^[17]。四种豌豆粉均具有较低的衰减值($90 \sim 193$ cP),衰减值与 $D[4,3]$ 成显著性相关关系($r = -0.782$),与 $d9(0.9)$ 、损伤淀粉成极显著性相关关系(r 分别为 -0.874 、 0.946)。与郭婷^[8]的实验结果不完全一致,可能是由于四种豌豆粉粒度不呈正态分布,而是呈现双峰分布的原因导致的。峰值时间在 $5.30 \sim 5.47$ min 之间,糊化温度在 $68.1 \sim 69.4$ °C 之间。

2.2 粉碎方式对豌豆挂面的品质的影响

2.2.1 豌豆挂面的烹调损失率

面条的烹调损失率是指一定量的挂面样品在规定条件下煮熟后,溶解和脱落到水中的固形物部分占样品的质量分数^[18]。是评价面条品质的主要指标之一^[19],反映了面条在煮制过程中的完整性^[20],

烹调损失率高,说明在煮制过程中面条干物质损失多,易混汤^[21]。四种挂面的烹调损失率结果见图4。四种豌豆挂面烹调损失率为9.46% - 10.50%,在 $P < 0.05$ 水平上有显著性差异,石磨豌豆挂面的烹调损失率最低,其次是辊磨,烹调损失率最大的为针磨和锤磨豌豆挂面。

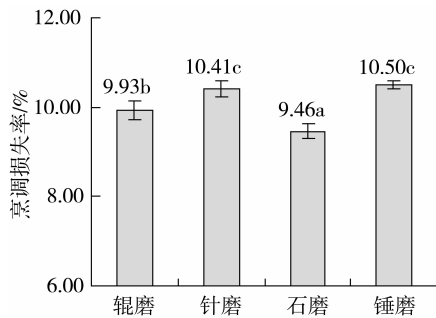


图4 磨粉方式对豌豆挂面的烹调损失率的影响

2.2.2 豌豆挂面的质构特性

硬度是使用 A/LKB - F 探头,模拟人的牙齿,剪切面条,致使面条弹性形变 75% 所需要的力。添加豌豆粉后,由于豌豆粉中不含有面筋,挂面的硬度一般会降低。从表 1 中可以看出,四种粉碎方式制得的豌豆挂面煮后硬度在 $P < 0.05$ 水平上具有显著性差异,辊磨豌豆挂面硬度最大,其次是针磨豌豆挂面,硬度最小的为石磨和锤磨豌豆挂面。这是由于辊磨和针磨制得的豌豆粉粒度较小,在制成挂面时结构较为紧实,所以硬度较高。豌豆粉粒度 $D[4, 3]$ 、 $D[3, 2]$ 、 $d(0.5)$ 、 $d(0.9)$ 与硬度均有极显著的负相关关系(r 分别为 -0.827 、 -0.645 、 -0.639 、 -0.883),损伤淀粉与硬度呈极显著的正相关关系($r = 0.911$),也就是说粒度越小,损伤淀粉含量越高,挂面的硬度越大。

表1 豌豆挂面的质构特性测定结果

挂面类型	硬度/g	表面粘度/g	断裂距离/mm
辊磨豌豆挂面	455.25 ± 11.91c	305.84 ± 6.14b	35.38 ± 3.13b
针磨豌豆挂面	444.82 ± 7.24b	333.62 ± 18.65c	45.27 ± 3.47c
石磨豌豆挂面	425.25 ± 9.49a	268.98 ± 11.90a	26.41 ± 2.42a
锤磨豌豆挂面	423.34 ± 6.36a	315.44 ± 8.04b	36.36 ± 2.08b

表面粘度反映的是煮后挂面表面吸水后的粘度,我国消费者一般喜欢爽口的挂面产品,低表面粘度的挂面受消费者欢迎。四种粉碎方式的豌豆挂面表面粘度在 $P < 0.05$ 水平上呈显著性差异,石磨豌豆挂面表面粘度最低,为 268.98 g,其次是辊磨和锤磨豌豆挂面,针磨豌豆挂面表面粘度最大,为 333.62 g。粒度 $d(0.1)$ 、 $d(0.5)$ 与表面粘度呈显著

性负相关($r = -0.618$ 、 -0.640)。粒度小的豌豆粉,表面粘度大。可能是由于小颗粒的豌豆粉较易吸水溶胀,在煮制过程中进一步糊化,进而形成煮后挂面的表面粘度。石磨的转速小,磨温低^[14],粒度大,所以石磨豌豆挂面表面粘度低;针磨粒度小,所以针磨豌豆粉挂面的表面粘度高。

干面条折断测试是探头在下压干面条至断裂时所运行的距离,反映的是干面条的韧性,是否易于折断产生断条现象。可以与挂面标准中的弯曲折断率相对应^[22]。根据挂面标准^[23]干面条的弯曲折断率的测定方法,换算成干面条折断测试,只要下行距离超过 17.21 mm,就可以达到弯曲折断率的标准:弯曲角度 $> 25^\circ$ (厚度 > 0.9 mm)。表 1 显示,四种挂面均能达到这个标准。断裂距离差异显著,最大的为针磨豌豆挂面,韧性最好,其次是辊磨和锤磨豌豆挂面。与表面粘度相同,粒度 $d(0.1)$ 、 $d(0.5)$ 与断裂距离也呈极显著性负相关关系(r 分别为 -0.746 、 -0.741)。

从以上分析综合来看,豌豆粉粒度与豌豆挂面的质构特性之间呈显著的负相关关系,粒度较小的辊磨和针磨豌豆挂面具有较高的硬度,最大的断裂距离,优于石磨和锤磨豌豆挂面的质构品质。

2.2.3 豌豆挂面的感官品质

四种豌豆挂面中,辊磨豌豆挂面颜色最亮,光泽度好,表面光滑、均匀,其次是针磨豌豆挂面,石磨和锤磨豆挂面的颜色暗,且有肉眼可见的小白色颗粒,外观品质稍差。也就是说颗粒尺寸较小的挂面亮泽度较高,降低颗粒尺寸可以提高挂面表面的亮泽度,与 Meng Niu^[24]结果相同。石磨和锤磨豆挂面的表面小颗粒使得入口不顺滑,适口性降低。粒度 $D[4, 3]$ 、 $d(0.9)$ 与表观状态具有显著负相关关系(r 分别为 -0.579 、 -0.648),粒度的所有指标与感官评分均呈负相关关系,但没有达到显著水平。也就是说,粒度对表观状态影响最大。损伤淀粉对色泽、表观状态呈显著和极显著相关关系(r 分别为 0.619 、 0.717)。辊磨、针磨、石磨和锤磨豌豆挂面的品尝总分分别为:91.38、91.77、88.82 和 90.82 分。辊磨和针磨的感官品质最好。

2.3 豌豆粉糊化特性与挂面品质之间的相关性分析

豌豆粉的 RVA 糊化特性与面条的蒸煮品质、质构品质、感官品质之间的相关性见表 2。

豌豆粉的 RVA 糊化特性与豌豆挂面的品质有很大的相关性,其中峰值粘度、最低粘度与烹调损失率、硬度、表面粘度、断裂距离、表观状态、适口性和总分呈显著或极显著正相关。最终粘度和回生值与烹

调损失率、表面粘度、断裂距离、表观状态、适口性和总分呈显著或极显著正相关。峰值时间与表面粘度和断裂距离有极显著和显著相关性(r 分别为0.89、0.75),而与感官品质各指标无显著性相关关系,与郑学玲^[25]实验结果一致。从以上分析可以看出,豌豆粉的糊化特性对于面条的蒸煮品质、质构品质和感官品质均有较大的影响,与小麦粉的结果相似^[26]。

表2 豌豆粉糊化特性与面条品质之间的相关性

项目	烹调损失率	硬度	表面粘度	断裂距离	表观状态	适口性	总分
峰值粘度	0.80*	0.80*	0.79*	0.76*	0.74*	0.78*	0.76*
最低粘度	0.84**	0.75*	0.84**	0.80*	0.74*	0.79*	0.77*
衰减值	0.17	0.93**	0.04	0.14	0.37	0.37	0.37
最终粘度	0.84**	0.71	0.87**	0.83*	0.73*	0.78*	0.78*
回生值	0.84**	0.68	0.89**	0.85**	0.72*	0.78*	0.79*
峰值时间	0.82*	0.03	0.89**	0.75*	0.48	0.42	0.28
糊化温度	-0.78*	-0.52	-0.50	-0.64	-0.37	-0.72*	-0.67

注:**表示在0.01水平上相关;*表示在0.05水平上相关。

3 结论

四种粉碎方式得到的豌豆粉粒度大小和分布有较大差异,辊磨豌豆粉粒度分布均匀,粒度最小,损伤淀粉含量最高,其次是针磨豌豆粉,锤磨和石磨制得的豌豆粉粒度较大,且分布不均匀,损伤淀粉含量较低。

豌豆粉粒度与豌豆挂面的质构特性之间呈显著的负相关关系,粒度较小的辊磨和针磨豌豆挂面具有较高的硬度,最大的断裂距离,优于石磨和锤磨豌豆挂面的质构品质。

粉碎方式主要通过影响豌豆粉的粒度和损伤淀粉含量,进而影响豌豆挂面的色泽和表观状态,通过辊磨、针磨、石磨和锤磨粉碎制得的豌豆挂面的总分分别为91.4、91.8、88.8和90.8分。

豌豆粉的RVA糊化特性与豌豆挂面的品质有很大的相关性,其中峰值粘度、最低粘度与烹调损失率、硬度、表面粘度、断裂距离、表观状态、适口性和总分呈显著或极显著正相关。最终粘度和回生值与烹调损失率、表面粘度、断裂距离、表观状态、适口性和总分呈显著或极显著正相关。

四种粉碎方式中,辊磨制备的豌豆粉粒径小,制作的挂面表面较光滑,色泽好,质构品质和感官品质最优;锤磨、石磨生产的豌豆粉粒径较大,制作的挂面表面粗糙,感官品质较差。

参考文献:

[1] 中国食品科学技术学会面制品分会. 2012-2013年中国挂面行业发展形势简析[J]. 中国面制品, 2013(3):13-20.
 [2] 李强双, 周文超, 曹龙奎. 芸豆淀粉复合挂面制作工艺的探究[J]. 农产品加工(学刊), 2013(7):36-39.

[3] 王毅, 刘学文, 牟宗达. 绿豆挂面生产工艺的探究[J]. 粮油食品科技, 2010(6):35-36.
 [4] 汪丽萍, 刘艳香, 田晓红, 等. 六种杂豆淀粉的理化性质研究[J]. 粮油食品科技, 2014, 22(4):1-5.
 [5] 聂刚, 杜双奎, 任美娟, 等. 常见杂豆的蛋白质与矿物质评价[J]. 西北农业学报, 2013(2).
 [6] 汪丽萍, 田晓红, 刘明, 等. 苦荞超微粉对苦荞小麦混合粉及其挂面品质的影响[J]. 粮油食品科技, 2015, 23(1):1-4.
 [7] 刘明, 田晓红, 汪丽萍, 等. 加水量对豌豆挂面品质的影响[J]. 粮油食品科技, 2015(4):7-12.
 [8] LS/T 3212—2014, 挂面[S].
 [9] 李树高. 关于石磨小麦粉工艺的探讨[J]. 粮食加工, 2011:36(2):15-16.
 [10] 张仁堂, 张明远, 侯园园. 石磨小麦粉与钢磨小麦粉特性比较研究[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(7):12-16.
 [11] 布勒公司网站. 制粉技术-制粉、研磨和轧胚[DB/OL]. http://www.buhlergroup.com/china/zh/7804.htm#_VIZS5fTw484, 2015-08-17.
 [12] 熊柳, 初丽君, 孙庆杰. 损伤淀粉含量对米粉理化性质的影响[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(3):11-14.
 [13] 徐荣敏, 王晓曦. 小麦淀粉的理化特性及其与面制品品质的关系[J]. 粮食与饲料工业, 2015(10):23-24.
 [14] 张慧, 卞科, 万小乐. 超微粉碎对谷朊粉理化特性及功能特性的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(1):127-131.
 [15] 王春娥, 刘丽, 韩婵娟. 面粉粘度特性与面条品质的相关研究[J]. 现代面粉工业, 2012(2):36-39.
 [16] 李卓瓦, 陈洁, 王春. 面粉粘度特性与面条品质的关系研究[J]. 粮食加工, 2006(7):71-73.
 [17] 高杨, 李利民, 张杰, 等. 面粉降落数值及损失淀粉含量与糊化特性之间的关系[J]. 粮油加工, 2012(3):62-65.
 [18] LS/T 3212—2014, 挂面[S].
 [19] Suhyun Kong, Dae-Jung Kim, Sea-Kwan Oh, Im-Soo Choi, Heon-Sang Jeong, Junsoo Lee. Black rice bran as an ingredient in noodles: chemical and functional evaluation[J]. Journal of Food Science, 2012, 77(3):303-307.
 [20] Liman Liu, Thomas J Herald, Donghai Wang, Jeff D Wilson, Scott R Bean, Fadi M. Aramouni. Characterization of sorghum grain and evaluation of sorghum flour in a Chinese egg noodle system[J]. Journal of Food Science, 2012, 55:31-36.
 [21] Regine Schoenlechner, Julian Drausinger, Veronika Ottenschlaeger, et al. Functional Properties of Gluten-Free Pasta Produced from Amaranth, Quinoa and Buckwheat[J]. Plant Foods Human Nutrition, 2010, 65(4):339-349.
 [22] 姜松, 徐馨, 陈章耀, 等. 挂面弯曲折断率仪器测定方法构建[J]. 江苏大学学报(自然科学版), 2010, 31(1):11-14.
 [23] SB/T 10068—92, 挂面[S].
 [24] Meng Niu, Gary Hou, Bou Lee et al. Effects of fine grinding of millfeeds on the quality attributes of reconstituted whole-wheat flour and its raw noodle products[J]. LWT - Food Science and Technology 2014, 57:58-64.
 [25] 郑学玲, 高加英, 张杰. 面粉糊化特性与面条品质关系的研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2010, 31(6):1-5.
 [26] 宋亚珍, 闫金婷, 胡新中. 面粉糊化特性与鲜湿及煮后面条质构特性关系[J]. 中国粮油学报, 2005, 20(6):12-14, 24. ㊟