

青稞粉对速冻面条品质的影响

丁捷¹, 唐艳¹, 黄益前¹, 段丽丽¹, 彭毅秦¹,

何江红¹, 肖猛¹, 杨开俊², 秦文³

(1. 四川旅游学院, 四川 成都 610100; 2. 甘孜州农科所, 四川 康定 626000;

3. 四川农业大学 食品学院, 四川 雅安 625014)

摘要:探讨不同青稞与麦芯粉比例对速冻面条品质的影响。以麦芯粉为对照样品, 研究青稞粉对速冻面条品质的影响。结果表明:随着青稞粉混合面粉比例增大, 混合面粉面团湿面筋含量逐渐下降, 面团形成时间和吸水量逐渐增大;速冻面条品质与青稞粉添加量之间有良好的相关性, 青稞粉添加量与面团形成时间、面团吸水量、干物质损失率、咀嚼性呈极显著正相关($P < 0.01$);与湿面筋含量呈极显著负相关($P < 0.01$), 与冻融稳定性和TPA弹性呈显著负相关($P < 0.05$);青稞与麦芯粉比例在1:5~1:7范围内, 速冻面条蒸煮品质和冻融稳定性得到了明显的改善, 面条煮后硬度下降, 弹性上升, 感官品质较好。青稞粉与麦芯粉比例为1:6时, 速冻面条品质最佳。

关键词:速冻面条;青稞粉;面条品质

中图分类号:TS 213.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2016)04-0027-06

Effect of highland barley flour on the quality of quick-frozen noodles

DING Jie¹, TANG Yan¹, HUANG Yi-qian¹, DUAN Li-li¹, PENG Yi-qin¹,

HE Jiang-hong¹, XIAO Meng¹, YANG Kai-jun², QIN Wen³

(1. Sichuan Tourism University, Chengdu Sichuan 610100;

2. Ganzi Agricultural Science Institute, Kangding Sichuan 626000;

3. Food College, Sichuan Agricultural University, Ya'an Sichuan 625014)

Abstract: The effect of different ratio of highland barley flour to wheat core flour on frozen noodle quality was discussed with wheat core flour as control group. The results showed that along with the increase of the proportion of highland barley flour, the wet gluten content of mixed flour decreased gradually, while formation time and water absorption increased gradually; a good correlation was found between addition amount of highland barley flour and frozen noodle quality, the amount was significant positive correlation with formation time and water absorption, dry matter loss-rate and chewiness ($P < 0.01$), significant negative correlation with the wet gluten content ($P < 0.01$), with the freeze-thaw stability and TPA flexibility ($P < 0.05$); When the mixing proportion was in the range of 1:5~1:7, the cooking quality and freeze-thaw stability of the quick-frozen noodles were significantly improved, with weakened hardness, increased flexibility and sense value. The noodles with the optimal ratio of highland barley flour to wheat flour of 1:6 got the optimal quality.

Key words: quick-frozen noodle; highland barley flour; noodle quality

收稿日期:2016-03-30

基金项目:四川省科技厅应用基础研究计划项目(2013JY0084);四川省教育厅自然科学基金项目(16ZA0348, 16ZB0345);烹饪科学四川省高校重点实验室重点项目(PRKX2015Z04);四川省大学生创新创业训练计划项目(201511552028, 201511552032);四川旅游学院校级科研项目(2016STU Z01);四川旅游学院大学生科研项目(2016XKZ08)

作者简介:丁捷, 1985年出生, 女, 讲师, 硕士。

通讯作者:段丽丽, 1980年出生, 女, 讲师, 博士。

青稞是我国西北、内蒙和西藏等高寒地区广泛栽培种植的一种常见裸大麦, 既是藏族群众的传统基本口粮, 又是低脂低糖优质杂粮, 有较高的营养价值及医疗保健作用^[1-3]。我国古代药籍《本草纲目拾遗》上早有记载“下气宽中, 壮筋益力, 除湿发汗, 止泄”。近十年, 国内外对青稞营养价值及保健作用的研究日益深入。青稞具有高蛋白、高膳食纤维、

高维生素、低糖等特点^[4],其 β -葡聚糖含量范围是3.66%~8.62%,平均值达到5.25%,远高于皮大麦、小麦和燕麦^[5],具有抗癌、降血脂、降血糖等功效^[6-7]。

青藏高原地区的藏民族是青稞的基本消费群体,至今青稞仍主要用作饲料和酒类原料,仅有少部分加工成食品,如青稞酒、糌粑、青稞饼干、青稞饮料等^[8]。陈丹硕等将蔗糖脂肪酸酯、六偏磷酸钠等进行复配作为青稞紫米饮料的复合抗老化剂^[9]。何李等开发出风味较佳的青稞饼干^[10]。目前,国内对青稞的研究主要集中在功能性因子的提取、优势品种培育、青稞粉质特性及面团流变性研究,对青稞在面条加工中的应用研究较为少见^[11-15]。

随着生活节奏的加快,消费者越来越青睐方便快捷、营养健康且口感较佳的速冻食品。速冻面条与方便面和挂面相比,风味品质更接近鲜面,市场接受度较高。目前市场上只有以小麦或荞麦为原料生产的速冻面条,尚未出现青稞速冻面条。青稞粉的支链淀粉含量较高,淀粉老化速度较慢,冻融稳定性较好,适合用于速冻食品加工。但青稞原料口感粗糙,面筋蛋白质低,富含支链淀粉,面团不仅难以形成良好的面筋网络结构,还有较大的粘性,制约了青稞在面条加工中的应用和推广^[16-17]。本实验研究在麦芯粉中添加适量的青稞粉,探讨青稞粉添加量对混合粉粉质特性和速冻面条的冻融稳定性、蒸煮品质以及食用品质的影响,以期青稞在速冻面条加工中的应用提供支持。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

青稞全粉:选用川西地区有代表性的青稞品种康青7号,于2015年在甘孜州农科所八美农场试验田种植,整个生长期间生长状况正常,无倒伏和病虫害发生,收获后从精选晾晒的种子按四分法取5.0 kg样品,供试验使用。在制粉前,先对青稞进行除杂和调质处理,手工挑选和过筛除去青稞中的杂质,漂洗后自然晾干。然后采用磨粉机磨粉,得到青稞全粉。金龙鱼多用途麦芯粉:益海嘉里公司;谷朊粉:湖北天双健农业开发有限公司;食盐:中盐上海盐业公司。

1.2 仪器与设备

HR2356家用智能面条机:飞利浦公司;YP-N型电子天平:上海精密仪器仪表有限公司;TMS-PRO型高精度专业食品物性分析仪:美国FTC公司;实验室磨粉机和JFZD-300型电子式粉质仪:

成都施特威科技发展有限公司;SF-400型手压封口机:沈阳东泰机械制造有限公司;立式RD10急冻柜:北京荣港顺华制冷设备有限公司。

1.3 速冻面条的制作

挤出法加工速冻青稞面条工艺流程为:青稞粉+麦芯粉+谷朊粉→加入面条机中→启动和面模式→匀速加水→启动压面模式→预糊化→速冻→成品。取重量为180 g的青稞混粉、15 g谷朊粉、2 g的食盐,加入自动面条机中,搅拌2 min后,匀速加入89 g的纯净水继续搅拌4 min,启动压面模式,采用孔径为2 mm的模具,制得青稞鲜面条(成品面条直径约0.20 cm)。将鲜面条在沸水中煮3 min后,沥干,趁热分装(100 g/袋)后速冻(-35℃,1 h),封口,在-18℃贮藏,即得成品。青稞与麦芯粉的混合粉比例分别为:0、1:1、1:2、1:3、1:4、1:5、1:6、1:7、1:8、1:9,以未加青稞粉的麦芯粉作为空白对照。

1.4 检测指标

1.4.1 湿面筋含量测定

采用GB/T 5506.1—2008手洗法测定湿面筋含量。

1.4.2 混粉粉质特性测定

参考GB/T14614—2006实验方法,在粉质曲线上分析混合粉的吸水性和面团形成时间,每个样品重复3次,结果取平均值。

1.4.3 速冻面条冻融稳定性测定^[18-20]

将速冻青稞面条摆放整齐,放入温度为-35℃急冻机中,冷冻1 h后取出,在室温下解冻20 min,此过程为一次冻融循环过程。观察速冻青稞面条经历几次冻融实验后出现冻裂,并记录。

1.4.4 速冻面条蒸煮特性的测定^[20-24]

最佳蒸煮时间的测定:取长度20 cm的速冻面条10根,分别称重后置于500 mL沸水中,开始计时。从2.5 min开始,每间隔30 s取出观察有无白芯。白芯刚好消失的时间为最佳蒸煮时间。

面条耐煮性测定:速冻面条煮后断条率能很好反映面条品质好坏,质量较佳的速冻面条产品煮后能保持完整,面条汤清澈不浑浊。取20根20 cm速冻面条在沸水中煮4 min,根据煮断面条的根数计算面条煮后断条率。

面条干物质吸水率:称取40~50 g的面条;置于500 mL沸腾的蒸馏水中煮4 min;捞出面条放到滤纸上;沥干,称重,测其干物质吸水率。干物质吸水率/% = $[M_1 - M_2 \times (1 - W)] \times [M_2 \times (1 - W)]^{-1} \times 100$ 。其中式中 M_1 为煮后面条质量,g, M_2 为煮前面条质量,g, W 为煮前面条的水分含量,%。

面条干物质损失率:将测定干物质吸水率时剩余的面汤放至常温后,转入500 mL容量瓶中定容混匀,量取50 mL面汤倒入恒重的250 mL烧杯中,放在电炉上蒸发掉大部分水分后,再量取50 mL面汤,如此重复4次,当量取的200 mL面汤在烧杯中蒸发至少许时,将烧杯放入105 ℃烘箱内烘至恒重,计算干物质损失率。干物质损失率/% = $2.5 \times M \times [G \times (1 - W)]^{-1} \times 100$ 。式中: M 为200 mL面汤中干物质质量,g; G 为煮前面条质量,g; W 为煮前面条的水分含量,%。

1.4.5 速冻面条煮后 TPA 质构参数测定^[18-20]

样品预处理:将切好面条(10 cm),用沸水煮4 min,捞出,用冷水冲洗30 s,放在滤网上静置2 min,测定试样TPA质构参数,数据均为6次平行试验的平均值。采用美国F. T. C公司TMS-Pro物性仪,选用TA/LKB-切刀探头,选择TPA测试程序,测试速度60 mm/min,形变量60%的条件下,测定10根10 cm整齐排列面条的硬度、弹性、咀嚼性。

1.4.6 面条感官评价

量取1 000 mL自来水于铝锅中,在2 000 W电炉上煮沸,称取20 g面条放入微沸的水中煮熟后捞出,分放在碗中待品尝^[25]。选择10名有经验食品专业评价人员组成评定小组,对各组实验样品进行感官评价,面条感官评价标准参照SB/T10137—1993及相关文献^[26-27]制定,见表1。

表1 速冻面条感官评价标准

项目	满分	评分标准
色泽	10	指面条颜色和亮度,面条白,乳黄色。光亮为~10分,亮度一般为5~8分,色泽发暗、发灰、亮度差为1~5分
外观状态	10	指面条表面光滑和膨胀度,表面结构细密。光滑为7~10分,中间为4~7分,表面粗糙、膨胀、严重变形为1~4分
适口性	20	用力咬掉一根面条需要的力的大小。适中15~20分,稍偏硬或软10~15分,太硬或太软1~10分
韧性	25	指面条在咀嚼时的咬劲和弹性的大小。有咬劲、有弹性21~25分,一般15~21分,咬劲差、弹性弱1~15分
粘性	25	指在咀嚼时面条过程中的粘牙程度。咀嚼时爽口、不黏牙18~25分,较爽口、稍黏牙10~18分,不爽口、发粘1~10分
光滑性	5	指在品尝时面条的光滑程度。光滑4~5分,中间3~4分,较差1~3分
食味	5	指品尝时的味道。具有适宜的青稞香味4~5分,青稞味较浓或过淡3~4分,有异味1~3分

2 结果与分析

2.1 青稞粉对青稞混合粉粉质特性的影响

由图1和图2可知,加入青稞粉后,混合粉面团的粉质特性变差,湿面筋含量呈线性下降趋势

($R^2 > 0.9$),面团形成时间和吸水量逐渐增大;不同混合粉比例之间粉质特性差异极其显著($P < 0.005$)。这是由于青稞粉不含面筋蛋白,其蛋白质不具有黏弹性,无法形成湿面筋。加入青稞粉后会导致小麦面筋网络被稀释,面团形成时间延长。但是青稞 β -葡聚糖吸水能力较强,且青稞麸皮中具有较高含量的纤维素,最终导致面团实际吸水量升高。试验发现,青稞粉与麦芯粉比例小于1:6时,混合粉面团尚能表现出较佳的加工特性;当青稞粉与麦芯粉比例为1:1时,混粉面团特性明显劣变,形成时间较混合粉比例1:6时延长25%,约为空白的1.75倍。

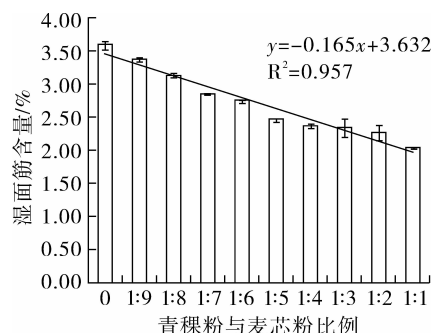


图1 青稞粉添加量对青稞混粉湿面筋含量的影响

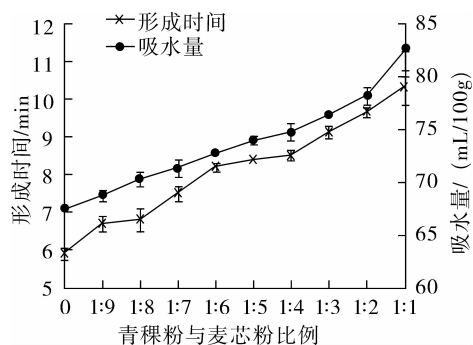


图2 青稞粉对混粉面团形成时间及吸水量的影响

2.2 青稞粉对速冻面条冻融稳定性的影响

由图3可知,在冻融循环过程中,青稞粉与麦芯粉比例在1:6~1:3范围内,对速冻面条冻融稳定性有较佳的改善作用;青稞混合粉比例为1:6时,面条在冻融过程中冻裂率变化最小,性质最稳定,反复冻融次数最多;随着冻融次数的增加,较低青稞混粉比例(小于1:6)和较高比例(大于1:3)的处理组面条强韧性显著降低,出现断裂。这可能是与面条中形成的冰晶有较大关系,反复的冻融循环能促使面条内大冰晶的形成,形成的大冰晶对面筋结构造成破坏,导致水分析出,引起面条干裂,从而强韧性降低。影响速冻面条冻融稳定性的因素可能有两个方面,一是青稞粉支链淀粉含量较高,在冻融过程中支链淀粉具有较好的持水性,可有效抑制水分流失,降低

面条表面开裂;二是青稞粉中含有较高的β-葡聚糖,具有良好的亲水性,大量研究证实亲水胶体具有一定的成模型和乳化特性,在速冻制品中适量添加亲水胶体可显著改善成品品质,提高其冻融稳定性^[28-30]。因此,青稞粉与麦芯粉比例为1:6~1:4时,可有效提高速冻面条冻融稳定性。

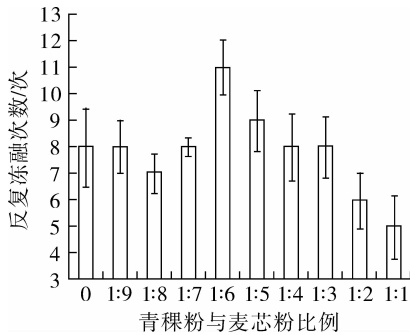


图3 青稞粉对速冻面条冻融稳定性的影响

2.3 青稞粉对速冻面条蒸煮品质的影响

由表2可以看出,面条吸水率随着青稞粉添加量的增加逐渐增大。干物质损失率总体呈先下降后上升的趋势,在混合粉比例为1:6时最低(7.49%)。最佳蒸煮时间随着青稞粉用量增加而延长,但均低于单独使用麦芯粉。青稞粉与麦芯粉比例在1:6~1:4范围内,对速冻面条耐煮性有较佳的改善作用;较低青稞混粉比例(小于1:6)和较高比例(大于1:3)的处理组面条耐煮性降低,煮后断条率上升,但仍低于单独使用麦芯粉的空白组。这是可能由于青稞淀粉成糊温度低于小麦淀粉,更易糊化,且糊化后具有较高粘度,可有效防止淀粉脱落^[31];另一方面青稞淀粉中支链淀粉和β-葡聚糖持水性较好,降低了可冻结水分含量,抑制速冻过程中冰晶的成长,减少了冰晶对面筋结构的破坏。因此适量添加青稞粉,可有效提升速冻面条的蒸煮品质。

表2 青稞粉对速冻面条蒸煮品质的影响

青稞粉与麦芯粉比例	面条吸水率/%	干物质损失率/%	最佳蒸煮时间/min	面条煮后断条率/%
0	13.8	10.24	7.90	7.15
1:9	14.22	9.68	5.45	5.20
1:8	14.48	8.17	5.60	3.33
1:7	15.08	10.05	5.72	3.42
1:6	16.04	7.49	5.85	0
1:5	16.36	8.81	6.24	0
1:4	16.66	10.02	6.82	0
1:3	17.04	8.85	7.35	3.22
1:2	17.42	12.52	7.65	5.42
1:1	17.84	17.32	7.77	6.85

2.4 青稞粉对速冻面条煮后TPA质构特性的影响

由图4和图5可知,随着青稞粉添加量的增加,速冻面条煮后的硬度、弹性和咀嚼性出现了极显著的变化($P<0.001$)。硬度随青稞混粉比例的升高,呈现先下降后上升的趋势,在混粉比例为1:6时最低(43.25N)。这说明青稞粉添加量较低情况时速冻面条中支链淀粉含量较低,所含β-葡聚糖可有效延缓面条的老化程度。面条煮后弹性随青稞添加量的增加呈现先上升后下降的趋势,在混合粉比例为1:5时达到最高(4.16 mm)。影响速冻面条煮后TPA弹性的因素可能有两个方面,一是当青稞粉混粉比例较低时($<1:5$),所含的β-葡聚糖形成亲水胶体,在加工过程中可形成类似面筋的网络结构,有效改善面条的煮后弹性;二是由于青稞粉在混合粉比例较高时($>1:5$),由于青稞粉本身不含有面筋,青稞粉添加比例越大,制成的面条筋力越弱,β-葡聚糖所形成的胶体网络结构也无法弥补湿面筋较少所导致的面条空间结构改变,因此煮后面条弹性下降。咀嚼性综合反映了面条对咀嚼的持续抵抗能力,随着青稞粉添加量的增加呈线性上升趋势($R^2>0.8$),这可能与青稞粉中灰分含量和纤维素含量较高有关。

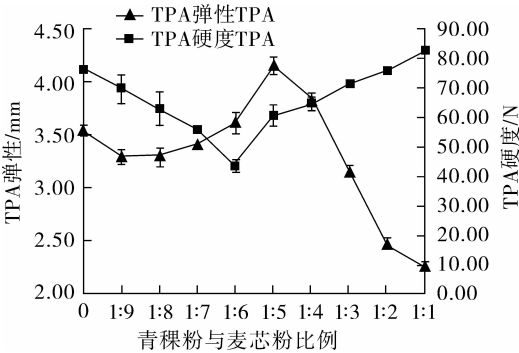


图4 青稞粉对速冻面条TPA弹性和硬度的影响

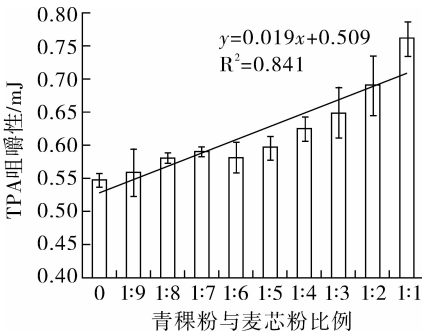


图5 青稞粉对速冻面条TPA咀嚼性的影响

2.5 青稞粉对速冻面条感官品质的影响

由图6可知,在9个不同混合粉比例的速冻面条感官品质评分中,色泽的变幅为8.66%~40.76%,平

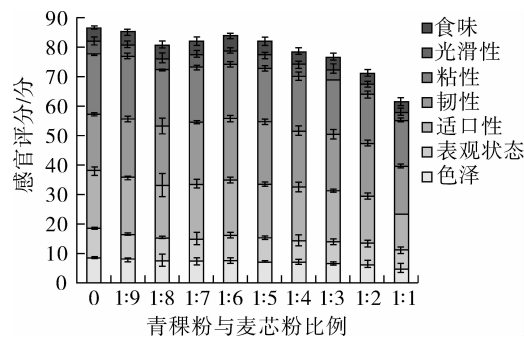


图6 青稞粉对速冻面条感官品质的影响

均分为7.52;表观状态的变幅为8.79%~36.88%,平均分为7.60;适口性的变幅为2.91%~36.21%,平均分为17.25;韧性的变幅为1.31%~16.43%,平均分为19.33;粘性的变幅为5.54%~23.66%,平均分为18.21;光滑性的变幅为1.40%~38.47%,平均分为3.85;食味的变幅为0%~22.22%,平均分为4.28;感官评分总分的变幅为1.65%~28.82,平均分为78.90。其中,色泽、表观状态、适口性、粘性得分最高的混粉比例为1:9,分别为8.42、8.76、18.95和21.32;韧性表现最佳的混粉比例为1:7,得分为20.93;光滑性和食味得分最高的混粉比例为1:6,得分分别为4.53和4.85。由此可见不同混粉比例制作的速冻面条感官品质指标均存在较大差异,感官总体评分随着青稞粉添加量的增加,呈现先增加后降低的趋势,在混粉比例为1:6时总体评分最高。添加了青稞粉的速冻面条评分都比单独采用麦芯粉的空白组低,而混粉

比例为1:7~1:5的速冻面条在韧性、粘性方面有所提高,但在色泽、光滑性上得分较空白组低;混粉比例大于1:3时产品颜色、表观状态、食味和适口性较差。

2.6 青稞粉添加量与速冻面条品质的相关性分析

由表3可见,速冻面条品质指标与青稞粉添加量之间有良好的相关性。青稞粉添加量与面团形成时间、面团吸水量、干物质损失率、咀嚼性呈极显著正相关($P<0.01$),相关系数均大于0.700;与湿面筋含量呈极显著负相关($P<0.01$),与冻融稳定性和TPA弹性呈显著负相关($P<0.05$)。湿面筋含量与面团形成时间呈显著负相关($P<0.05$),与面团吸水量和咀嚼性呈极显著负相关($P<0.01$)。面团形成时间与面团吸水量和咀嚼性呈极显著正相关($P<0.05$)。面团吸水量与干物质损失率呈显著正相关($P<0.05$),与咀嚼性呈极显著正相关($P<0.05$)。冻融稳定性与咀嚼性呈显著负相关($P<0.05$),与干物质损失率和煮后断条率呈极显著负相关($P<0.01$)。干物质损失率与面条煮后断条率和硬度呈显著正相关($P<0.05$),与面条弹性和咀嚼性呈极显著正相关($P<0.01$)。最佳蒸煮时间与面条煮后断条率和咀嚼性呈显著负相关($P<0.05$),与面条弹性呈极显著正相关($P<0.01$),与面条硬度呈极显著负相关($P<0.01$)。面条弹性与咀嚼性呈显著负相关($P<0.05$)。

表3 青稞添加量与速冻面条品质间的 Pearson 相关性分析

	青稞粉添加量	湿面筋	形成时间	吸水量	冻融稳定性	面条吸水率	干物质损失率	最佳蒸煮时间	煮后断条率	弹性	硬度	咀嚼性
青稞粉添加量	1.000	-0.866 **	0.934 **	0.977 **	-0.633 *	0.267	0.792 **	0.483	0.293	-0.728 *	0.463	0.986 **
湿面筋		1.000	-0.972 **	-0.941 **	0.313	-0.145	-0.476	-0.380	0.168	0.358	-0.147	-0.855 **
形成时间			1.000	0.978 **	-0.385	0.219	0.580	0.448	0.003	-0.526	0.249	0.916 **
吸水量				1.000	-0.525	0.291	0.703 *	0.522	0.151	-0.611	0.379	0.972 **
冻融稳定性					1.000	-0.287	-0.810 **	-0.503	-0.721 *	0.787 **	-0.834 **	-0.695 *
面条吸水率						1.000	0.568	0.479	0.488	-0.247	0.555	0.360
干物质损失率							1.000	0.608	0.709 *	-0.771 **	0.716 *	0.825 **
最佳蒸煮时间								1.000	-0.721 *	0.787 **	-0.834 **	-0.695 *
煮后断条率									1.000	-0.740 *	0.800 **	0.351
弹性										1.000	-0.624	-0.741 *
硬度											1.000	0.545
咀嚼性												1.000

注:**表示在0.01水平(双侧)上显著相关,*表示在0.05水平(双侧)上显著相关。

3 结论

随着青稞粉添加量的增大,混合粉面团的粉质特性变差,湿面筋含量呈线性下降趋势($R^2 >$

0.9),面团形成时间和吸水量逐渐增大;不同混合粉比例之间粉质特性差异极显著($P<0.005$)。当青稞粉与麦芯粉比例不超过1:6时,混合粉面团

仍表现出较佳的面团特性,具有良好的加工性能。

试验结果发现:速冻面条品质指标与青稞粉添加量之间有良好的相关性。青稞粉添加量与面团形成时间、面团吸水量、干物质损失率、咀嚼性呈极显著正相关($P < 0.01$),相关系数均大于0.700;与湿面筋含量呈极显著负相关($P < 0.01$),与冻融稳定性和TPA弹性呈显著负相关($P < 0.05$)。适量添加青稞粉后,速冻面条蒸煮品质和冻融稳定性得到了较明显的改善;TPA质构分析发现,随着青稞粉添加量的增加,速冻面条煮后的硬度、弹性和咀嚼性出现了极显著的变化($P < 0.001$);硬度随青稞混合粉比例的升高,呈现先下降后上升的趋势;弹性则与硬度相反,呈现先上升后下降的趋势;咀嚼性随着青稞粉添加量的增加呈线性上升趋势($R^2 > 0.8$)。感官评定分析可知,添加量青稞粉的速冻面条韧性、粘性评分增加,耐煮性提高,但颜色、光滑性较差。综上所述,混合粉比例为1:6的速冻面条的蒸煮特性、质构特性、冻裂率和感官品质总体效果最佳。

参考文献:

- [1] Okarter N, Liu R H. Health benefits of whole grain phytochemical [J]. Crit. Rev. Food Sci, 2010, 50: 193-208.
- [2] Arrett J P, Knowlton K F, Pike K L, et al. Barley protein meal for lactating dairy cows: Effects on production, intake, and nutrient excretion [J]. Professional Animal Scientist, 2011, 27(6): 518-524.
- [3] Edney M J, Tkachuk Mac Gregor A W. Nutrient composition of the hullless barley cultivar, Conder JSH [J]. Food Agri, 1994, 60: 451-455.
- [4] 罗红英, 崔远来, 赵树君. 西藏青稞灌溉定额的空间分布规律 [J]. 农业工程学报, 2013, 29(10): 116-122.
- [5] 洛桑旦达, 强小林. 青稞特有营养成分分析与开发利用现状调查报告 [J]. 西藏科技, 2001, (8): 55-65.
- [6] WOLEVER T M, TOSH M S, GIBBS A L, et al. Physicochemical properties of oat β -glucan influence its ability to reduce serum cholesterol in humans: a randomized clinical trial [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2010, 92(4): 723-732.
- [7] OTHMAN R, MOGHADASI M, JONES P J. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan [J]. Nutrition Reviews, 2011, 69(6): 299-309.
- [8] 刘新红, 杨希娟, 吴昆仑, 等. 青稞品质特性及加工利用现状分析 [J]. 农业机械, 2013 20(16): 49-52.
- [9] 陈丹硕, 杜艳, 郝静, 等. 青稞紫米谷物饮料原淀粉复合抗老化剂配比优化研究 [J]. 饮料工业, 2011(5): 22-24.
- [10] 何李, 王超. 青稞饼干工艺的研究 [J]. 粮食加工, 2008, 33(1): 46-48.
- [11] 宋萍, 张雷雷, 于军. 青稞 β -葡聚糖营养作用及其提取工艺的研究 [J]. 中国食物与营养, 2008, 11(8): 28-30.
- [12] 张立武. 青稞麦绿素的制备及其抗疲劳和耐缺氧功能评价 [D]. 重庆: 西南农业大学, 2005.
- [13] 李涛. 青稞蛋白质的提取及其特性研究 [D]. 郑州: 河南工业大学, 2010.
- [14] 吕远平, 熊荣君, 贾利蓉, 等. 青稞特性及在食品中的应用 [J]. 食品科学, 2005, 26(7): 266-270.
- [15] 王婷, 李文钊, 张强. 青稞粉主要成分及其面团质构特性的研究 [J]. 粮食与饲料工业, 2012, 10(7): 41-43.
- [16] 孟晶岩, 刘森, 安鸣. 青稞全麦免煮面加工技术研究 [J]. 开发应用, 2014, 30(6): 178-186.
- [17] 任欣, 闫淑琴, 沈群, 去皮藏青 320 青稞面条品质改进研究 [J]. 中国食品学报, 2013, 13(4): 107-113.
- [18] 张剑, 李梦琴, 任红涛, 等. 鲜面条速冻生产工艺条件研究 [J]. 食品科学, 2011, 13(10): 304-307.
- [19] 隋继学, 李和平, 王斌, 等. 速冻香椿面条的工艺优化 [J]. 农产品加工, 2011(5): 45-48.
- [20] 王晓曦, 曲艺, 雷宏, 等. 脱脂麦胚含量对面粉品质的影响 [J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2009, 30(1): 138-143.
- [21] 王晓曦, 雷宏, 曲艺, 等. 面粉中的淀粉组分对面条蒸煮品质的影响 [J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2010, 10(2): 24-27.
- [22] 宋建民, 刘爱峰, 尤明山, 等. 糯小麦配粉对淀粉糊化特性和面条品质的影响 [J]. 中国农业科学, 2004, 8(12): 1838-1842.
- [23] 刘新红. 青稞品质特性评价及加工适宜性研究 [D]. 西宁: 青海大学, 2014.
- [24] 刘振锋. 可食用性豆类植物蛋白对鲜湿面条品质的影响 [D]. 郑州: 河南工业大学, 2007.
- [25] 师俊玲. 蛋白质和淀粉对挂面方便品质影响机理研究 [D]. 西安: 西北农林科技大学, 2001: 10-12.
- [26] 张剑, 赵景艳, 高继伟. 玉米粉配比对玉米-小麦混合粉及其馒头品质的影响 [J]. 粮食饲料与工业, 2012, 8(1): 6-8.
- [27] 张俊颖. 海带挂面加工工艺的研究 [D]. 舟山: 浙江海洋学院, 2015.
- [28] 王金虎. 不同亲水胶体对速冻水饺皮品质影响的研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2009.
- [29] 欧阳韶晖, 罗勤贵, 郑建梅, 等. 小麦粉路系统面粉冻融稳定性研究 [J]. 粮食加工, 2010, 35(5): 24-28.
- [30] 李妙莲. 含淀粉质食品的冻融稳定性 [J]. 食品工业科技, 2004, 25(7): 141-143.
- [31] 郑学玲, 张玉玉, 张杰. 青稞淀粉和小麦淀粉的理化性质比较研究 [J]. 中国粮油学报, 2010, 25(10): 52-56. ㊟