

品质改良剂对低蛋白高粱面条改良效果的研究

寇兴凯^{1,2}, 杜方岭^{1,2}, 宗爱珍², 贾敏²,

张华文³, 徐同成², 李文香¹

(1. 青岛农业大学食品科学与工程学院, 山东 青岛 266109;

2. 山东省农业科学院农产品研究所/山东省农产品精深加工技术重点实验室, 山东 济南 250100;

3. 山东省农业科学院作物研究所, 山东 济南 250100)

摘要:以高粱粉、小麦粉、预糊化淀粉、小麦淀粉(4:5:4:7)混合粉为原料制作面条,研究改良剂对低蛋白高粱面条品质的改良效果。结果表明:改良剂对低蛋白高粱面条的品质有较好的改良效果。通过单因素和正交试验发现,复合改良剂对低蛋白高粱面条品质的改良效果优于单一改良剂,复合改良剂的最佳配比为:海藻酸钠1.2%、复合磷酸盐0.2%、食盐0.3%、食用碱0.15%。按照改良剂的最佳配比添加到混合粉中,经传统加工工艺可制得品质较好的低蛋白高粱面条。

关键词:改良剂;品质改良;高粱;低蛋白面条

中图分类号:TS 210.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2016)03-0017-06

Research on the effect of quality improver on low protein sorghum noodle

KOU Xing-kai^{1,2}, DU Fang-ling^{1,2}, ZONG Ai-zhen², JIA Min²,

ZHANG Hua-wen³, XU Tong-cheng², LI Wen-xiang¹

(1. College of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao Shandong 266109;

2. Key Laboratory of Agricultural Products Deep Processing Technology of Shandong Province, Agricultural Products Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan Shandong 250100;

3. Crop Research Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan Shandong 250100)

Abstract: The effect of improver on quality of low protein sorghum noodles was investigated with mixed flour, sorghum flour, wheat flour, pre-gelatinized starch, wheat starch (4:5:4:7), as raw material. The results showed that the improver ameliorated the quality of low protein sorghum noodle. The single factor and orthogonal test results showed that the compound improver, combined with sodium alginate 1.2%, compound phosphate 0.2%, salt 0.3% and dietary alkali 0.15%, exhibited better improvement effect on the quality of the low protein sorghum noodle than any of the single one. The low protein sorghum noodle with the optimal compound improver can process good quality noodles by traditional technology.

Key words: improver, quality improvement, sorghum, low protein noodle

面条是我国主要的传统主食之一,深受广大消费者的喜爱。随着时代的发展以及人们营养保健意

识的增强,普通面条已经远远不能满足消费者的需求。当前我国糖尿病肾病患者数量不断增加,而目前并无治疗糖尿病肾病的特效药物,并且药物治疗只能暂时控制病情发展,治标不治本。临床研究表明,低蛋白饮食治疗是有效控制病情、延缓肾脏进一步损害的行之有效的方法^[1-2]。高粱是一种优质的粮、饲、药兼用植物,现代研究证明,高粱中蛋白质

收稿日期:2015-10-30

基金项目:山东省科技重大专项(2015ZDZX05005);山东省农业科学院科技创新重点项目(2014CXZ03);山东省引进海外高层次人才创新计划“泰山学者海外特聘专家资金项目”(TAHW20110532)

作者简介:寇兴凯,1990年出生,男,在读研究生。

通讯作者:李文香,1963年出生,女,工学博士,教授。

含量约为8%~14%，蛋白质消化率为30%~80%，在禾谷类作物中最低^[3]；此外，高粱中还含有丰富的抗性淀粉，抗性淀粉具有降低血糖、血脂以及胆固醇，改善糖尿病症状等作用^[4]，符合糖尿病肾病患者所要求的“低蛋白、低升糖指数”的食用特点。

高粱中面筋蛋白含量低，不易形成面筋；同时，添加高粱粉也会减弱小麦粉的面筋质量；虽然低蛋白主食会适当添加少量小麦粉来改善风味、加工性能等问题，但低蛋白主食的面筋蛋白含量是比较低。在低蛋白主食加工过程中，存在不易成型、成品品质较差等诸多缺点，制约了低蛋白主食产品的发展。因此，必须要添加适量的面条改良剂来改善面条的品质。

在面条生产中经常使用的品质改良剂有：增稠剂、磷酸盐、食盐、食用碱等^[5]。增稠剂能改善面团流变学特性，具有增稠、增粘、乳化、增筋等特性，以及具有增进制品韧性和光滑度等作用，可以很好地改善面条品质^[6]；磷酸盐和复合磷酸盐是一种有效的面条品质改良剂，添加到面条中，不仅可以使面条外观好，表面光滑，而且口感筋道、滑爽，面条组织结构细腻，煮后不糊汤^[7]；食盐是最常用的面条品质改良剂，添加食盐可以改善面团筋力，增强面筋的弹性和延伸性^[8]；适量添加食用碱可使面条韧性增强，更有弹性，表面光滑，断条率减少，对蒸煮特性也有一定的改善作用。

本实验通过添加海藻酸钠、复合磷酸盐、食盐、食用碱等四种不同改良剂对低蛋白高粱面条品质进行改善，以期获得品质更好的低蛋白高粱面条，为低蛋白高粱面条的生产加工提供技术支持和理论依据，从而满足糖尿病肾病患者对低蛋白主食的需求。

1 材料与方法

1.1 试验材料

高粱粉(蛋白质10.8%)：山东省农业科学院提供；小麦粉(特一粉，蛋白质11.3%)：山东德州巨嘴鸟工贸有限公司；小麦淀粉(蛋白质0.3%)：山东鄄城县明珠淀粉厂；预糊化淀粉(食品级)：浙江欣欣生化科技有限公司；海藻酸钠(食用级)：河南万顺化工有限公司；食盐：山东省肥城精制盐厂；食用纯碱：山东济南宝硕食品科技有限公司；复合磷酸盐：杭州聚和生物科技有限公司；水：饮用纯净水。

1.2 仪器与设备

HZF - A500 电子天平：福州华志科学仪器有限公司；IKA T25 数显型高速分散机：德国 IKA 公

司；MS - 169FX 高级厨师机：深圳牧人电器五金制品有限公司；美的多功能电磁炉：广东美的生活电器制造有限公司；YMJ60A 轧面机：山东银鹰炊事机械有限公司；TS - 50 型揉压切面机：佛山市顺德区通顺食品机械制造有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 低蛋白高粱面条配方

高粱粉 20%，小麦粉 25%，小麦淀粉 35%，预糊化淀粉 20%，饮用水 35%（占混合粉总重的百分比）。

1.3.2 低蛋白高粱面条制作方法^[9]

按比例称取高粱粉、小麦粉、小麦淀粉、预糊化淀粉，加入食品添加剂拌粉 3 min，混合均匀，然后添加一定量水和面继续拌粉 3 min，将和好的面团用保鲜膜覆盖，在常温下醒发熟化 30 min，先用压面机辊距 3.5 mm 反复压制 6 次（每次压面均对折），使面片完整，表面光滑，之后依次在辊距 3 mm、2 mm 反复压延 4 次（每次压面均对折），最后在 1 mm 处压延 4 次（不对折），最后切成 1.0 mm × 2 mm × 220 mm 的面条，用食品级聚乙烯膜覆盖，装入无菌袋中密封包装，4℃ 冷藏备用。

1.3.3 试验设计

1.3.3.1 单因素试验

海藻酸钠添加量对低蛋白高粱面条品质的影响 在复合磷酸盐 0.4%、食盐 0.2%、食用碱 0.1% 的条件下，分别添加 0%、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1%、1.2%、1.4% 的海藻酸钠，研究海藻酸钠添加量对低蛋白高粱面条品质的影响。

复合磷酸盐添加量对低蛋白高粱面条品质的影响 在海藻酸钠 1%、食盐 0.2%、食用碱 0.1% 的条件下，分别添加 0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5% 的复合磷酸盐，研究复合磷酸盐添加量对低蛋白高粱面条品质的影响。

食盐添加量对低蛋白高粱面条品质的影响 在海藻酸钠 1%、复合磷酸盐 0.3%、食用碱 0.1% 的条件下，分别添加 0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6% 的食盐，研究食盐添加量对低蛋白高粱面条品质的影响。

食用碱添加量对低蛋白高粱面条品质的影响 在海藻酸钠 1%、复合磷酸盐 0.3%、食盐 0.4% 的条件下，分别添加 0%、0.05%、0.1%、0.15%、0.2%、0.25%、0.3% 的食用碱，研究食用碱添加量对低蛋白高粱面条品质的影响。

1.3.3.2 正交试验

试验选取4个因素包括海藻酸钠添加量、复合磷酸盐添加量、食盐添加量、食用碱添加量,做4因素3水平试验,因素水平表见表1,同时对做出的面条进行品质测定。

表1 正交试验因素水平表

水平	因素			
	A 海藻酸钠 /%	B 复合磷酸盐 /%	C 食盐 /%	D 食用碱 /%
1	0.8	0.2	0.3	0.1
2	1	0.3	0.4	0.15
3	1.2	0.4	0.5	0.2

1.3.4 面条蒸煮品质评价^[10]

1.3.4.1 熟断条率

取40根面条,放入盛有样品质量50倍沸水的铝锅中,保持微沸状态,达到最佳煮制时间后,用筷子将面条轻轻挑出,计算熟断条率。重复两次。

$$S = \frac{Ns}{40} \times 100\%$$

式中: S 为熟断条率,%; Ns 为断面条根数。

1.3.4.2 面条吸水率

取30根面条,用电子天平称重,记为 m_1 ,然后煮至最佳煮制时间,捞出面条,吸去湿面条外部的水,再称重,记为 m_2 。重复三次。

$$\text{面条吸水率} = \left[\frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \right] \times 100\%$$

1.3.4.3 蒸煮损失率

取30根面条,称重(精确到0.1g)后放入500 mL沸水中,在微沸状态下煮至最佳煮制时间,用筛网滤除面条,面汤放至常温后,将面汤定容转至500 mL容量瓶中,取50 mL面汤放入已经恒重的烧杯,于电炉上加热,当面汤少于10 mL时,往烧杯中再加入50 mL面汤,加热到面汤大约为25 mL时,在105℃下烘干至恒重。重复三次。

$$P = \frac{5M}{G \times (1 - W)} \times 100\%$$

式中: P 为烹调损失,%; M 为100 mL面汤中干物质,g; W 为挂面水分,%; G 为样品质量,g。

1.3.5 面条感官评价的测定

参照国家标准SB/T 10137—93及文献^[11],结合低蛋白高粱面条自身特点,对标准做了适当调整,由10名经验丰富的人员依照表2对面条进行感官评价,每个样品去掉最高分与最低分,剩余取平均值。

表2 低蛋白高粱面条感官评分标准

项目	满分	评分标准
色泽	10	指面条的颜色和亮度。面条淡红、粉红,光亮为8.5~10分;亮度一般为6~8.4分;色发暗、发灰,亮度差为1~6分
外观状态	10	指面条表面光滑和膨胀程度。表面结构细密、光滑为8.5~10分,中间为6.0~8.4分,表面粗糙、膨胀、变形严重为1~6分
适口性(软硬)	20	用牙咬断一根面条所需力的多少。力适中得分为17~20分,稍偏硬或软12~17分,太硬或太软1~12分
韧性	25	面条在咀嚼时,咬劲和弹性的大小。有咬劲、富有弹性为21~25分,一般为15~21分,咬劲差、弹性不足为1~15分
粘性	25	指在咀嚼过程中,面条粘牙强度。咀嚼时爽口、不粘牙为21~25分,较爽口、稍粘牙为15~21分,不爽口、发粘为10~15分
光滑性	5	指在品尝面条时口感的光滑程度。光滑为4.3~5分,中间为3~4.3分,光滑程度差为1~3分
食味	5	指品尝时的味道。具有高粱清香味4.3~5分,基本无异味3~4.3分,有异味为1~3分

1.4 数据分析

采用SPSS17.0统计分析软件对数据进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 海藻酸钠添加量对低蛋白高粱面条品质的影响

海藻酸钠是一种从海带中提取出来的天然多糖碳水化合物,是海藻酸衍生物的一种,与蛋白质发生作用形成一种易于溶于水的络合物,提高产品粘度,抑制蛋白质沉淀,可改善面条的组织粘结性,尤其对面筋含量较低的小麦粉作用效果更为显著^[12]。寇兴凯等^[13]对魔芋胶、瓜尔豆胶、黄原胶、CMC、海藻酸钠等五种不同增稠剂对低蛋白高粱面条品质改良效果进行比较研究,发现海藻酸钠的改善效果较好。因此本试验选择海藻酸钠作为增稠剂。不同添加量的海藻酸钠对低蛋白高粱面条品质的影响如图1~图3所示。

从图1~图3可以看出,与不添加海藻酸钠的对照组相比,添加海藻酸钠的面条断条率、蒸煮损失率、感官评分等方面均要好于对照组,说明添加适量的海藻酸钠可以改善低蛋白高粱面条的品质。由图1可知,随着海藻酸钠添加量的增大,面条熟断条率呈现先下降后小幅上升的趋势;由图2可知,随着海藻酸钠的添加量的增加,面条的吸水率呈先增大后减小,而面条的蒸煮损失率则先减小后增大,但趋势都比较平缓,差异性不显著;由图3可知,低蛋白高粱面条的感官评分随着海藻酸钠添加量的增加呈现先升高后下降的趋势。这是由于海藻酸钠最主要的

性能是凝胶化,可以形成可食用的凝胶,适量添加到面条中可以改善面团的粘弹性和延伸性,并且可以提高蛋白质和淀粉的吸水速度,增加面筋网络与淀粉分子间的紧密程度,从而改善产品品质;但是海藻酸钠添加量超过一定量后,进一步增加对面条的品质的改善作用较小,这与杨艳等^[14]的研究结果一致,其原因是过量的海藻酸钠会对面筋蛋白产生破坏作用,对面筋网络的形成造成不利的影响。综合考虑各指标,海藻酸钠的添加量在0.8%~1.2%较为合适。

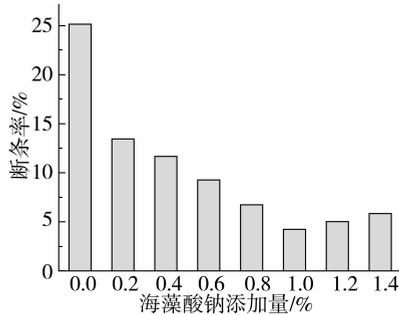


图1 海藻酸钠添加量对低蛋白高粱面条熟断条率的影响

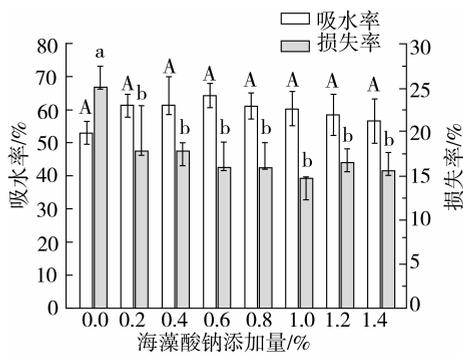


图2 海藻酸钠添加量对低蛋白高粱面条吸水率和蒸煮损失率的影响

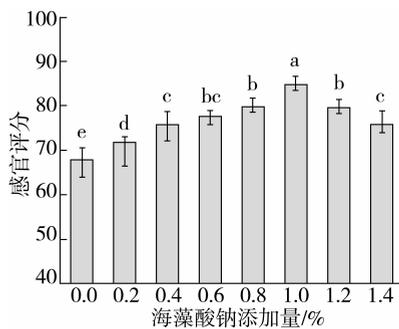


图3 海藻酸钠添加量对低蛋白高粱面条感官评分的影响

2.2 复合磷酸盐添加量对低蛋白高粱面条品质的影响

复合磷酸盐是由多种磷酸盐混合而成,是一种效果良好的面条品质改良剂,可使面条滑腻筋道,蒸煮损失率降低,不浑汤。不同添加量的复合磷酸盐对低蛋白高粱面条品质的影响如图4~图6所示。

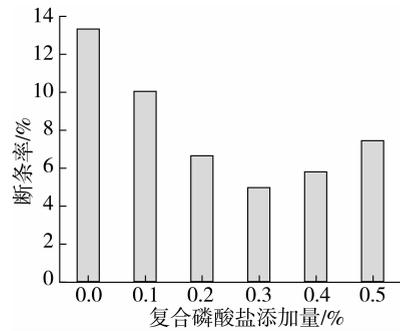


图4 复合磷酸盐添加量对低蛋白高粱面条熟断条率的影响

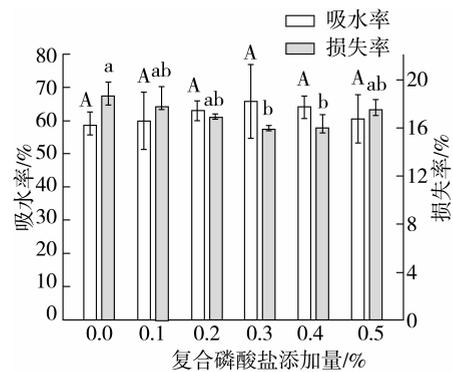


图5 复合磷酸盐添加量对低蛋白高粱面条吸水率和蒸煮损失率的影响

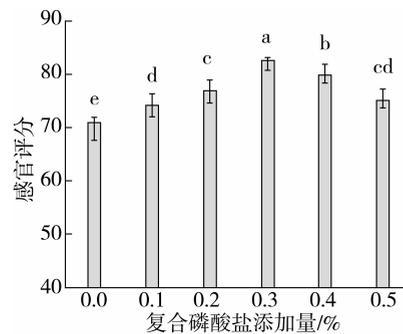


图6 复合磷酸盐添加量对低蛋白高粱面条感官评分的影响

从图4~图6可以看出,与不添加复合磷酸盐的对照组来看,添加复合磷酸盐的面条的断条率、蒸煮损失率、感官评价等方面均好于对照组,说明适量的复合磷酸盐可以改善低蛋白高粱面条的品质。由图4~图6可知,随着复合磷酸盐添加量的增大,低蛋白高粱面条的断条率、蒸煮损失率都是呈先降低后小幅升高;低蛋白高粱面条的吸水率和感官评分都呈先增大后减小的。这是由于复合磷酸盐显碱性,能促进淀粉吸水,水煮时促进淀粉 α 化,强化面筋,增强面条的弹性和面团的强度,并且可以促进淀粉凝胶的形成,蒸煮过程中减少淀粉颗粒的溶出,适量添加可以改善面条品质^[15];但复合磷酸盐添加过量时,会阻碍水分进入颗粒,导致面筋蛋白吸水不

足,难以形成紧密的面筋网络结构,从而使面条品质下降。复合磷酸盐的合适添加量为0.2%~0.4%。

2.3 食盐添加量对低蛋白高粱面条品质的影响

食盐是面条生产中经常使用的食品添加剂,食盐可以使面筋组织结果紧密,提高面团的延伸性和弹性,同时食盐具有一定的抑菌和酶活性作用,可抑制杂菌生长繁殖,延长保质期。不同添加量的食盐对低蛋白高粱面条品质的影响如图7~图9所示。

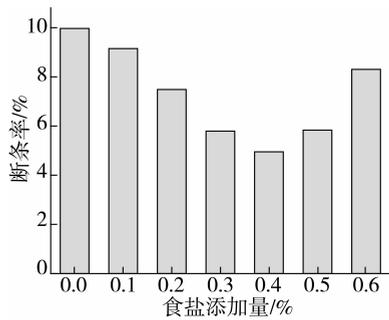


图7 食盐添加量对低蛋白高粱面条熟断条率的影响

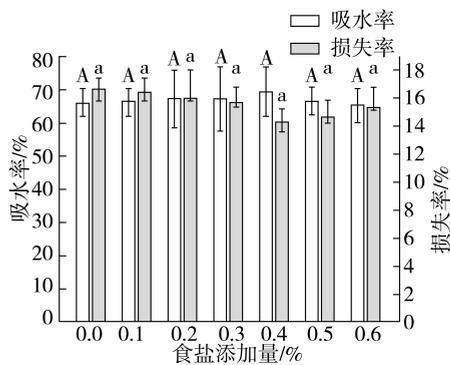


图8 食盐添加量对低蛋白高粱面条吸水率和蒸煮损失率的影响

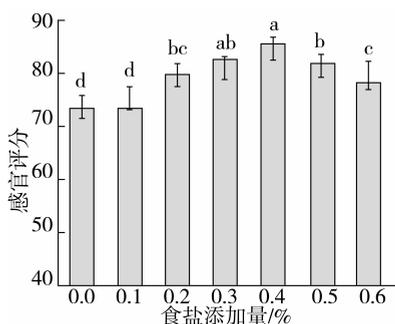


图9 食盐添加量对低蛋白高粱面条感官评分的影响

从图7~图9可以看出,与不添加食盐的对照组来看,添加食盐的面条断条率、蒸煮损失率、感官评价等方面均好于对照组,说明适量的食盐可以改善低蛋白高粱面条的品质。由图7可知,在低添加量下,食盐可以优化面筋的形成,提高面筋网络强度,使得面条不易断条;超过一定添加量后,食盐与

面筋争夺游离水,面筋蛋白无法充分水化,导致面条内部结构松散,断条率增加。由图8可知,随着食盐添加量的提高,面条吸水率呈现先增大后减小的趋势,这可能是食盐在低添加量时,食盐可以收敛面筋组织,吸水率增大,但食盐过量时可阻碍面筋蛋白的吸水膨胀,降低了吸水率;蒸煮损失率则呈现先降低后升高的趋势,变化不明显,这与杨铭泽等^[16]的研究结果一致。由图9可知,随着食盐添加量的增加,低蛋白高粱面条的感官评分呈先增大后减小趋势,这是由于适量添加食盐可使面筋筋力增强,口感风味提高;但添加过量,会使食味过咸而影响面条口感风味。因此食盐的添加量在0.3%~0.5%较为合适。

2.4 食用碱添加量对低蛋白高粱面条品质的影响

面条中适量添加食用碱也可以改善面条品质,使面条韧性增强,更有弹性,减少断条率,对蒸煮特性也有一定的改善作用。不同添加量食用碱对低蛋白高粱面条品质的影响如图10~图12所示。

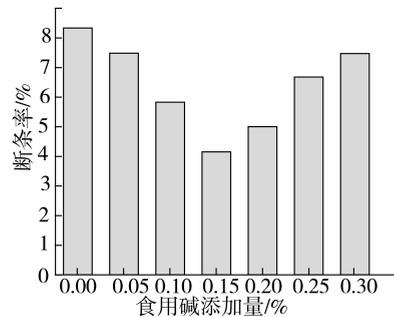


图10 食用碱添加量对低蛋白高粱面条熟断条率的影响

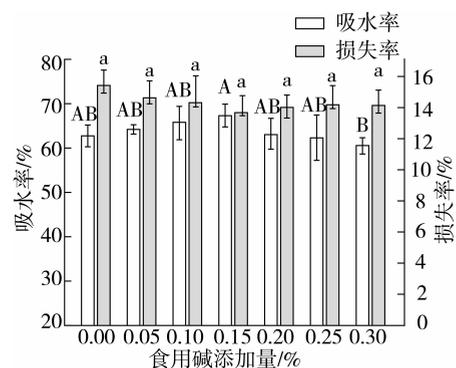


图11 食用碱添加量对低蛋白高粱面条吸水率和蒸煮损失率的影响

从图10~图12可以看出,与不添加食用碱的对照组来看,添加食用碱的面条断条率、蒸煮损失率、感官评价等方面均要好于对照组,说明适量的食用碱可以改善低蛋白高粱面条的品质。由图10~图12可知,随着食用碱添加量的增加,面条断条率、

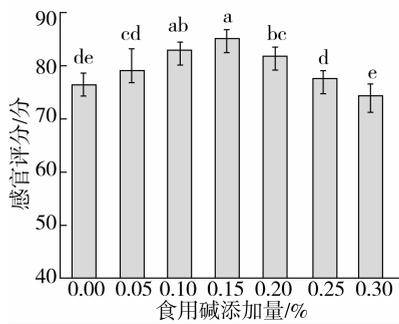


图12 食用碱添加量对低蛋白高粱面条感官评分的影响

蒸煮损失率都呈现先减小后增大的趋势,而面条的吸水率和感官评分则呈现先增大后减小的趋势。其主要原因是食用碱可以增强面团的韧性和强度,收敛面筋,使面团呈现独特的韧性、弹性和爽滑性^[17];但是食用碱添加过量时,食用碱呈碱性,会阻碍水分进入颗粒,减弱弹性,导致面条品质下降。因此食用碱的添加量在0.1%~0.2%较为合适。

2.5 正交试验

在单因素试验的基础上,以感官评分为考察指标,选取海藻酸钠、复合磷酸盐、食盐和食用碱的添加量为正交因素,进行正交优化试验,结果见表2,由极差分析结果可知,各因素对低蛋白高粱面条品质影响的大小顺序为食盐添加量>复合磷酸盐添加量>海藻酸钠添加量>食用碱添加量。根据数据分析可得试验的最优水平为A₃B₁C₁D₂,即海藻酸钠添加量1.2%、复合磷酸盐添加量0.2%、食盐添加量0.3%、食用碱添加量0.15%。

表2 低蛋白高粱面条正交试验方案及结果

编号	海藻酸钠添加量/%	复合磷酸盐添加量/%	食盐添加量/%	食用碱添加量/%	感官评分
1	0.8	0.2	0.3	0.05	82.96
2	0.8	0.3	0.4	0.1	80.92
3	0.8	0.4	0.5	0.15	80.24
4	1	0.2	0.4	0.15	80.78
5	1	0.3	0.5	0.05	81.16
6	1	0.4	0.3	0.1	81.94
7	1.2	0.2	0.5	0.1	83.26
8	1.2	0.3	0.3	0.15	84.26
9	1.2	0.4	0.4	0.1	80.44
k ₁	81.37	82.33	83.05	81.52	
k ₂	81.29	82.11	80.71	82.04	
k ₃	82.65	80.83	81.55	81.76	
R	1.36	1.46	2.34	0.52	

2.6 验证试验

根据最优配方进行验证试验,其配方组合为

1.2%海藻酸钠、0.2%复合磷酸盐、0.3%食盐、0.15%食用碱,按照此配比添加到混合粉中来制作面条,进行感官评定,最后该配方感官评分为87±1.42,说明此配方下的品质改良剂可以很好的改善面条品质,感官接受度高。

3 结论

本实验研究了不同添加量的海藻酸钠、复合磷酸盐、食盐、食用碱等面条品质改良剂对低蛋白高粱面条品质的影响。通过单因素和正交试验确定了低蛋白高粱面条的最佳改良剂配方为:1.2%海藻酸钠、0.2%复合磷酸盐、0.3%食盐、0.15%食用碱。在此改良剂配方下,可以生产出品质和口感俱佳的低蛋白高粱面条。为低蛋白高粱面条的品质改良提供了一定的理论依据。

参考文献:

- [1] 汤英. 糖尿病性肾病的饮食调理[J]. 基层医学论坛, 2008, 11(12): 1153-1153.
- [2] 刘一鸣, 徐同成, 邱斌, 等. 糖尿病肾病患者饮食治疗研究进展[J]. 中国食物与营养, 2014, 20(11).
- [3] 张伟敏, 肖祖能, 钟耕. 高粱蛋白质消化率研究进展[J]. 粮食与油脂, 2004(9): 14-17.
- [4] 王红育, 李颖. 高粱营养价值及资源的开发利用[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(2): 91-93.
- [5] 万晓军. 食品添加剂在挂面工业中的应用[J]. 现代面粉工业, 2009(6): 21.
- [6] 翟玮玮. 增稠剂对面粉品质改良机理的研究[J]. 食品工业科技, 2009(1): 136-138.
- [7] 鲍宇茹. 磷酸盐在面条中的应用研究[J]. 河南工业大学学报: 自然科学版, 2009, 30(5): 69-72.
- [8] 荆鹏, 郑学玲, 丁旋子, 等. 食盐对面絮及面条品质影响研究[J]. 粮食与饲料工业, 2014(9): 32-35.
- [9] 蔡宇洁. 玉米鲜湿面加工工艺及品质改良研究[D]. 河南工业大学, 2014.
- [10] 郭晓娜, 韩晓星, 张晖, 等. 苦荞麦营养保健面条的研究[J]. 中国粮油学报, 2009(10): 116-119.
- [11] 赵晋晋. 怀山全粉理化特性及怀山一小麦复合粉面条配方优化研究[D]. 福建农林大学, 2014.
- [12] 戎志梅. 生物化工新产品与新技术开发指南[M]. 化学工业出版社现代生物技术与医药科技出版中心, 2002.
- [13] 寇兴凯, 杜方岭, 徐同成, 等. 不同增稠剂对低蛋白高粱面条品质的影响[J]. 食品科技, 2015, 40(10): 150-154.
- [14] 杨艳, 王成忠, 于功明. 海藻酸钠对燕麦面条品质的影响研究[J]. 粮食与食品工业, 2010(2): 21-25.
- [15] 鲍丽敏. 复合面条改良剂的研究[J]. 粮食与饲料工业, 2002(5): 8-9.
- [16] 杨铭铎, 陈健, 樊祥富, 等. 面条水煮工艺条件的研究[J]. 食品科学, 2010(18): 90-94.
- [17] 胡国华. 食品添加剂在粮油制品中的应用[M]. 化学工业出版社, 2005.