

青麦仁面条工艺优化及品质研究

康志敏 张康逸* 盛威 温青玉 高玲玲 张景伟

(河南省农业科学院农副产品加工研究中心, 河南郑州 450008)

摘要: 为了丰富面条种类及提高其营养价值,以青麦仁全粉和面粉混合制作青麦仁面条,研究了青麦仁全粉、水分、食盐和食品改良剂添加量对青麦仁面条品质的影响,在单因素实验的基础上,以面条蒸煮品质及感官评分为评价指标,采用正交实验优化青麦仁面条的加工工艺。结果表明,三种食品改良剂的使用均可改善面条的蒸煮品质,其中瓜尔豆胶的效果最好;当青麦仁粉的添加量为20%、加水量为50%、食盐添加量为0.3%、瓜尔豆胶的添加量为0.6%时,青麦仁面条感官评分达87.3分,断条率0.00%,吸水率89.59%,吸光度0.186,硬度5.23 N,粘性2.86 N,弹性0.270,最大拉伸力22.14 g,蛋白质含量12.56%,碳水化合物含量67.5%,脂肪含量1.46%,膳食纤维含量5.38%,面条的品质特性最佳。

关键词: 青麦仁面条,加工工艺,改良剂,品质

Processing optimization and quality research of green wheat noodles

KANG Zhi-min ZHANG Kang-yi* SHENG Wei WEN Qing-yu GAO Ling-ling ZHANG Jing-wei

(Center of Agricultural Products Processing, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450008, China)

Abstract: To enrich species of noodles and improve its nutritional value, green wheat flour and plain flour were mixed to make green wheat noodles. The effects of different green wheat whole flour addition, water addition, salt addition and food additives on the quality of green wheat noodles were evaluated. On the basis of the single factor experiment, the cooking quality and sensory evaluation of noodles as the evaluation index, the orthogonal test was performed for optimizing the manufacture processing of noodles. The result indicated that the addition of the three food additives mentioned above could improve the cooking quality of noodles, and the effect of guar gum was the most significant. When meeting the following conditions: green wheat flour of 20%, water of 50%, salt of 0.3%, guar gum of 0.6%, the green wheat noodles had the best quality. And the test results were as follows: sensory score was 87.3, the rate of broken bar was 0.00%, the water absorption was 89.59%, absorbance was 0.186, the hardness was 5.23N, the viscosity was 2.86N, the elasticity was 0.270, the largest tensile force was 22.14 g, protein content was 12.56%, the carbohydrate content was 67.5%, the fat content was 1.46%, dietary fiber contents was 5.38%, and the obtained green wheat noodles showed better quality than other samples.

Key words: green wheat noodles; processing technology; additives; quality

中图分类号: TS210

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2017)07-0262-07

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2017.07.043

随着人们饮食习惯的改变,均衡营养已成为生活时尚,具有营养和保健功效的粗粮面条越来越受到人们的欢迎。青麦仁面条是将青麦仁全粉与面粉按一定比例混合采用面条加工工艺制作的一种杂粮面条。这种面条具有青麦仁的营养、风味和色泽,营养成分富集,具有帮助人体消化,稳定血糖的功能性^[1-2]。目前,关于粗粮面条的研究主要有玉米面条、荞麦面条、燕麦面条等^[3-5]。但粗粮面条制作过程中也存在很多问题,由于粗粮的加入破坏了面筋网络结构,面团的韧性、粘弹性和延伸性下降,从而影响面团的加工性能及面条品质,易出现面条断条率高、易糊汤、无劲道等^[6]。

目前,国内多采用面制品改良剂改善粗粮面条的食用品质,李芳等^[7]研究发现,向苦荞-小麦混合粉中加入谷朊粉,改善了面团流变学特性,促进了面筋网络结构的形成。刘敦华等^[8]发现沙蒿籽胶的添加能够改善玉米-小麦混合粉的粉质特性,使面团具有良好的流变稳定性,降低玉米面条的断条率,增强面条粘弹性和咀嚼性。国外学者 Kharidah 等^[9]向面条中添加17%磷酸化木薯淀粉,发现面条的弹性增强,蒸煮损失率降低;陈汝群等^[10]研究发现羧甲基纤维素钠能显著提高燕麦面条硬度和咀嚼性。本文采用食盐强化面筋结构,复配单一面制品改良剂增强面条的粘弹性和强度,以期改善杂粮面条制作过程

收稿日期: 2016-10-24

作者简介: 康志敏(1986-),女,硕士,助理研究员,主要从事农产品加工研究, E-mail: 576020324@qq.com。

* 通讯作者: 张康逸(1981-),男,博士,副研究员,主要从事农产品加工研究, E-mail: kangyiz@163.com。

基金项目: 河南省重大科技专项项目(151100111300); 河南省科技开放合作项目(152106000054)。

中断条率较高,品质不佳的问题。

本文具体以青麦仁全粉、面粉为主要原料,研究青麦仁粉添加量、加水量、食盐添加量、面条改良剂及其添加量对面条感官品质、蒸煮品质及质构特性的影响,建立青麦仁面条加工工艺,为青麦仁面条的加工、青麦仁资源的综合利用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

小麦精制粉 中粮面业营销管理(北京)有限公司;青麦仁全粉 河南省农科院农副产品加工研究所;食盐 市售;谷朊粉、瓜尔豆胶、CMC 郑州升达食品添加剂有限公司。

JEA1002 电子天平 上海浦春计量仪器有限公司;AL204 电子天平 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;DMT-5 电动家用面条机 龙口市复兴机械有限公司;C20-SDHJ07G 电磁炉 浙江绍兴苏泊尔生活电器有限公司;DuG-9240A 电热恒温鼓风干燥箱 上海精宏实验设备有限公司;A590 型双光束紫外可见分光光度计 上海翊艺仪器有限公司;TMS-PRO 质构仪 美国 FTC 公司;K1100 凯氏定氮仪、SOX500 脂肪测定仪 济南海能仪器有限公司;DF-601 膳食纤维测定仪 上海纤检仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程 先将各种原辅料充分搅拌、糅合、醒发后,将面团放入压面机进行压片,压片成型后再用切割狭槽进行切条成型,即为成品湿面条,湿面条通过烘干、冷却最终制成干面条^[11]。

青麦仁全粉、面粉
和面→熟化→压片 } →成型→干燥→成品
盐、水、改良剂

具体过程:(添加百分比均以面粉质量为基准)

和面:将适量面粉、青麦仁全粉、水、食盐、添加剂加入面盆搅拌,搅拌至面料胚手握成团,使原料粉中的蛋白质吸水膨胀,逐步形成具有韧性、弹性、粘

性和延伸性的面团^[12]。

熟化:将活好的面絮盖上保鲜膜醒发 10 min。

压延与切条:将醒发后的面絮经压面机进行压片。压片时 1 档和 2 档反复压片成型,之后 3、4、5、6 档一次压过,制成厚度为 1.5 mm 均匀光滑的面片。用 4.0 mm 宽的面刀进行切条,弃去断裂面边面条备用。

干燥与包装:切段,置于 60 °C 鼓风干燥箱中干燥约 1 h,使制成的干面条水分含量约为 11%,放入自封袋中编号备用。

1.2.2 感官评定煮制时间的确定 取干面条 10 根,放入 500 mL 沸水中并开始计时。煮制过程中使水始终保持在微沸状态,并用筷子轻轻搅拌避免粘锅。煮制 2 min 时开始取样,每次一根,每隔 0.5 min 取样一次,取样后将面条放入自来水中约 10 s,然后将面条捞出用两块玻璃片压扁,观察面条内部白硬心线,白硬心线消失时所记录的时间即为煮制时间^[13]。

取同一批次制作的青麦仁面条 30 根,放入开水中煮制,煮制过程中用筷子适当翻动使面条受热均匀,煮制过程不加冷水。每个样品入锅时间间隔 2 min,以便煮面结束后立即将面条加入自来水中冷却 2 min 以终止后煮面过程,空去多余水,把面条盛放在已编号的小盘中,选择 10 名食品专业人员进行感官评定^[13-14],取平均值。青麦仁面条感官评价标准参照郭晓娜等的面条评价标准^[11]并结合产品特点制定,见表 1。

1.2.3 青麦仁面条蒸煮特性评价 面条断条率:取青麦仁面条 30 根,放入 500 mL 沸水中煮制,保持水微沸状态,至最佳煮制时间时立即将面条捞出,放入自来水中冷却 2 min 后捞出,记录面条断裂根数,计算断条率^[15]。

$$\text{面条断条率}(\%) = \frac{\text{面条断裂根数}}{30} \times 100$$

面条吸水率:取青麦仁面条 30 根,称量煮制前

表 1 青麦仁面条的感官评定标准

Table 1 The sensory evaluation table of green wheat noodles

项目	评分标准		
	好	一般	差
色泽(20分)	颜色均匀一致,略显浅绿色 17~20分	色泽不太均匀,呈浅灰色 12~17分	色泽不均匀,呈灰色 1~12分
外观状态(20分)	均匀光滑,无凸凹,无裂纹 17~20分	较光滑,稍微有点粗糙 12~17分	不光滑,较粗糙,有裂痕 1~12分
适口性(15分)	入口顺滑,口感很好,不粘牙 12~15分	入口不很顺滑,有点磨口 且有点粘牙 7~12分	入口较粗糙且较粘牙 1~7分
韧性(15分)	韧性好,不易断 12~15分	韧性较差,较容易断条 7~12分	韧性差,易断条 1~7分
粘性(15分)	不粘手,面条不互相粘和 12~15分	较粘,少数面条相互粘和 7~12分	粘手,多数面条相互粘和 1~7分
光滑性(5分)	表面光滑,无凸凹,入口亦光滑 4~5分	表面不很光滑,手触摸入口 略有粗糙感 2~4分	表面粗糙有明显的凹凸, 入口粗糙 1~2分
食味(10分)	味道爽口,咸淡适中,有稍微的 后苦味 7~10分	较咸或较淡,后苦味较重 4~7分	很咸或很淡,后苦味很重 1~4分

表2 单因素实验设计表

Table 2 Single-factor experiment table

水平	因素					
	青麦仁粉添加量 (%)	加水量 (%)	食盐添加量 (%)	谷朊粉添加量 (%)	瓜尔豆胶添加量 (%)	CMC 添加量 (%)
1	0	42	0.3	0	0	0
2	10	44	0.6	0.3	0.3	0.3
3	20	46	0.9	0.6	0.6	0.6
4	30	48	1.2	0.9	0.9	0.9
5	40	50	1.5	1.2	1.2	1.2

青麦仁面条的重量 m_1 , 放入锅中煮制, 至最佳煮制时间时捞出面条放在漏勺中控去湿面条外部的水分, 称重记为 m_2 , 按下面公式计算面条吸水率^[16]。

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

面汤浑浊度: 称取 30 g 青麦仁面条放入 500 mL 沸水中煮制, 至最佳煮制时间将面条捞出, 把面汤转入烧杯中冷却至室温, 加蒸馏水定容至 500 mL 容量瓶中, 摇匀, 在 720 nm 处以煮沸冷却自来水为对照测其吸光度, 测定三次取其平均值。吸光度越大, 面汤浑浊程度越高, 表明面条的煮煮损失越大^[17]。

1.2.4 青麦仁面条质构特性的测定 取一定量干青麦仁面条, 煮至最佳煮制时间, 捞出沥干水分, 取面条中间一段, 进行质构特性测定, 每个样品做 5 次平行实验, 去除最大值和最小值, 剩余三组取平均值。

TPA 实验: 采用 p35 探头^[18], 测前速率: 0.8 mm/s, 测试速率: 0.8 mm/s; 测后速率 0.8 mm/s; 变形量为 70%, 两次压缩时间间隔: 1 s。

拉伸实验: 选用 A/SPR-滚轮拉伸装置, 设置测前速度 1 mm/s, 测试速度 3.0 mm/s, 测后速度 5 mm/s, 引发力 5 g。

1.2.5 蛋白质含量、脂肪含量、膳食纤维含量、碳水化合物含量的测定 样品蛋白质含量的测定采用凯氏定氮法, 参照 GB 5009.5-2010 的方法进行测定; 脂肪含量的测定采用索氏抽提法, 参照 GB/T 5009.6-2003 的方法进行测定; 膳食纤维含量测定参照 GB/T 5009.88-2008 的方法进行测定, 测定原理: 干燥试样经热稳定 α -淀粉酶、蛋白酶和葡萄糖苷酶酶解消化去除蛋白质和淀粉后, 酶解液经乙醇沉淀、过滤、残渣用乙醇和丙酮洗涤, 干燥后称重, 即为总膳食纤维残渣。扣除残渣中相应的蛋白质、灰分和空白即可算出试样中的膳食纤维含量; 碳水化合物的含量计算采用总质量分别减去蛋白质、脂肪、水分、灰分和膳食纤维的质量。

1.2.6 单因素实验 分别改变青麦仁粉添加量、水分添加量、食盐和改良剂添加量制作青麦仁面条, 改变一个添加量时, 其他不确定因素按第三水平添加, 测定青麦仁面条感官品质、蒸煮特性及质构特性指标。单因素实验设计见表 2。

1.2.7 正交实验设计 在单因素实验的基础上, 根据实验结果选择面条品质较好及左右的青麦仁粉、加水量、食盐、改良剂添加量, 设计四因素三水平正

交实验, 见表 3, 以面条断条率、吸水率、吸光度及感官评分为考核指标, 确定最优青麦仁面条制作条件。

表3 正交实验设计表

Table 3 Orthogonal experiment table

水平	因素			
	A 青麦仁粉添加量 (%)	B 加水量 (%)	C 食盐添加量 (%)	D 瓜尔豆胶添加量 (%)
1	15	46	0.3	0.3
2	20	48	0.6	0.6
3	25	50	0.9	0.9

1.2.8 数据分析 采用 Origin Pro8.6 软件及正交助手对数据进行处理; 采用 SPSS 16.0 统计分析实验数据, 计算标准偏差, 数据结果以平均值 \pm 标准偏差表示, 并进行单因素方差分析, 采用 t 检验, 显著水平 p 为 0.05, 当 $p < 0.05$ 时, 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 青麦仁粉添加量对青麦仁面条品质的影响

由表 4 可以看出, 随青麦仁粉添加量的增加, 感官评分先增加再降低; 青麦仁面条的断条率和面汤的吸光度逐渐增大, 面条的吸水率逐渐降低, 其原因可能是青麦仁粉中的蛋白质主要是清蛋白和球蛋白, 而参与形成面筋的麦谷蛋白^[19]和改善面筋结构增加面团粘性和延展性的醇溶蛋白含量较低, 使面条的面筋网络结构弱化^[20], 从而导致面条的吸水性降低, 蒸煮损失率增大, 降低了面条的蒸煮特性; 质构指标中青麦仁面条硬度、粘性、弹性和最大拉伸力指标均降低。当青麦仁粉添加量为 20% 时, 制作的面条感官评分最高, 硬度、弹性适中, 粘度较小, 面条吸水率、面汤浑浊度适中, 蒸煮过程面条干物质损失率越大, 煮后的面条汤浑浊度越高, 糊汤越严重, 面条的蒸煮品质就越差。对其结果进行显著性分析可知, 除了吸光度和弹性指标, 添加不同量青麦仁粉对面条的吸水率、硬度、粘性、最大拉伸力、感官评分指标影响显著 ($p < 0.05$)。因而, 综合考虑青麦仁面条的蒸煮及质构特性, 青麦仁面条中青麦仁粉的适宜添加量为 20%。

2.2 加水量对青麦仁面条品质的影响

由表 5 可知, 随着加水量的增加, 青麦仁面条的断条率、吸水率和吸光度均逐渐降低, 当水分添加量为 48% 时, 青麦仁面条感官评分最高。加水量增加

表4 青麦仁粉添加量对面条品质的影响
Table 4 Effect of green wheat flour addition on noodles quality

青麦仁粉 (%)	断条率 (%)	面条吸水率 (%)	吸光度	硬度 (N)	粘性 (N)	弹性	最大拉伸力 (g)	感官评分
0	3.33	108.74 ± 5.17 ^a	0.366 ± 0.211 ^a	5.37 ± 0.225 ^a	3.23 ± 0.321 ^a	0.281 ± 0.018 ^a	23.06 ± 0.41 ^a	80.9 ± 0.35 ^c
10	6.67	101.96 ± 6.43 ^{ab}	0.378 ± 0.062 ^a	5.29 ± 0.019 ^{ab}	3.02 ± 0.458 ^a	0.273 ± 0.098 ^a	22.02 ± 0.66 ^a	84.5 ± 0.28 ^b
20	6.67	97.70 ± 3.22 ^b	0.401 ± 0.087 ^a	5.25 ± 0.207 ^{ab}	2.98 ± 0.192 ^a	0.258 ± 0.013 ^a	18.16 ± 0.92 ^b	86.2 ± 0.56 ^a
30	10.00	95.76 ± 6.12 ^b	0.521 ± 0.129 ^a	5.06 ± 0.148 ^{ab}	2.66 ± 0.265 ^a	0.229 ± 0.092 ^a	14.39 ± 0.87 ^c	75.5 ± 0.19 ^d
40	16.67	98.86 ± 4.79 ^{ab}	0.696 ± 0.325 ^a	4.93 ± 0.289 ^b	1.85 ± 0.338 ^b	0.176 ± 0.096 ^a	11.01 ± 0.89 ^d	70.3 ± 0.32 ^e

注: 数据结果表示为平均值 ± 标准偏差, 同列若字母相同, 表明差异不显著 ($p > 0.05$), 若字母都不相同, 表明差异性显著 ($p < 0.05$), 表5、表6同。

表5 加水量对面条品质的影响
Table 5 Effect of water addition on noodles quality

加水量 (%)	断条率 (%)	面条吸水率 (%)	吸光度	硬度 (N)	粘性 (N)	弹性	最大拉伸力 (g)	感官评分
42	26.67	155.79 ± 6.14 ^a	0.517 ± 0.173 ^a	6.02 ± 0.382 ^a	1.66 ± 0.453 ^c	0.145 ± 0.015 ^b	11.12 ± 0.68 ^c	60.1 ± 0.23 ^e
44	23.33	122.44 ± 4.23 ^b	0.435 ± 0.221 ^a	5.86 ± 0.209 ^a	1.92 ± 0.398 ^{bc}	0.172 ± 0.019 ^b	12.22 ± 0.86 ^c	62.6 ± 0.35 ^d
46	16.67	105.04 ± 3.68 ^c	0.380 ± 0.136 ^a	5.36 ± 0.275 ^b	2.35 ± 0.327 ^{ab}	0.243 ± 0.026 ^a	16.06 ± 0.72 ^b	68.5 ± 0.22 ^c
48	3.33	101.23 ± 5.12 ^c	0.324 ± 0.092 ^a	5.29 ± 0.168 ^b	2.56 ± 0.354 ^{ab}	0.265 ± 0.019 ^a	20.30 ± 0.92 ^a	81.3 ± 0.42 ^a
50	3.33	99.81 ± 3.96 ^c	0.316 ± 0.066 ^a	5.17 ± 0.192 ^b	3.01 ± 0.405 ^a	0.281 ± 0.028 ^a	19.81 ± 0.81 ^a	80.5 ± 0.41 ^b

表6 食盐添加量对面条品质的影响
Table 6 Effect of salt addition on noodles quality

食盐 (%)	断条率 (%)	面条吸水率 (%)	吸光度	硬度 (N)	粘性 (N)	弹性	最大拉伸力 (g)	感官评分
0.3	10.00	97.17 ± 5.28 ^d	0.360 ± 0.124 ^a	5.27 ± 0.345 ^a	2.60 ± 0.275 ^a	0.268 ± 0.015 ^a	19.16 ± 0.36 ^a	80.8 ± 0.21 ^b
0.6	6.67	102.14 ± 5.67 ^{cd}	0.328 ± 0.073 ^a	5.29 ± 0.019 ^a	2.68 ± 0.306 ^a	0.271 ± 0.018 ^a	19.22 ± 0.49 ^a	84.3 ± 0.32 ^a
0.9	6.67	109.44 ± 4.45 ^{bc}	0.310 ± 0.086 ^a	5.48 ± 0.257 ^a	2.71 ± 0.185 ^a	0.273 ± 0.036 ^a	17.16 ± 0.92 ^b	76.5 ± 0.23 ^c
1.2	6.67	115.76 ± 5.42 ^{ab}	0.294 ± 0.075 ^a	5.56 ± 0.135 ^a	2.76 ± 0.312 ^a	0.275 ± 0.017 ^a	17.47 ± 0.78 ^b	63.5 ± 0.24 ^d
1.5	6.67	119.25 ± 4.63 ^a	0.272 ± 0.118 ^a	5.63 ± 0.297 ^a	2.77 ± 0.196 ^a	0.275 ± 0.030 ^a	15.78 ± 0.89 ^b	60.1 ± 0.19 ^e

至50%时,青麦仁面条断条率显著降低。对其进行显著性分析,得出除了吸光度之外,加水量为42%、44%与加水量为46%、48%和50%时面条吸水率、硬度、弹性、感官评分之间存在显著性差异 ($p < 0.05$)。这可能是因为在和面时,合适的加水量能使面粉中的蛋白质和淀粉吸水膨胀形成面筋,把可塑性较差的青麦仁粉转变为可塑性面团,增加面条的延伸性和弹性^[21],面条制作过程中,水分添加量的变化主要影响面片的压制和切片。加水量较少时,面絮颗粒小,不易聚集难以压片,制成的面条表面边缘粗糙,且易断裂,断条率和蒸煮损失增加,而加水量过多会导致面团过度吸水,制成的面片容易拉伸变形,切条后的面条易互相粘连^[22],从而影响面条的感官品质和硬度。因此,青麦仁面条的加水量应选为48%。

2.3 食盐添加量对面条品质的影响

从表6可以看出,随着食盐添加量的增加青麦仁面条的断条率和吸光度下降,吸水率逐渐升高,当食盐添加量为0.6%时,面条感官评分最高。对其进行显著性分析,可知不同食盐添加量对青麦仁面条吸水率、最大拉伸力、感官评分影响显著 ($p < 0.05$)。在面条制作过程中加入适量食盐,可以改善面条中面筋蛋白质的网络结构,促进蛋白质的溶胶凝结,提

高吸附能力,使得面条吃起来更加劲道,在蒸煮过程中淀粉和蛋白溶出量减少,使面条蒸煮损失率下降,改善面条的蒸煮品质^[23]。另外,随着食盐添加量的增加,面条的硬度、粘性呈上升趋势,弹性变化不明显,这可能是由于添加食盐可以提高面团内部的渗透压,促进面筋蛋白吸水形成致密的网络结构,从而增大面条的硬度,添加食盐用量还可以增大面筋蛋白的相互作用,使面条粘性增加。但食盐添加量过多会破坏已形成的面筋结构,由于麦谷蛋白是由多个亚基通过分子间二硫键相互连接成的大分子物质,随着食盐添加量的增加二硫键的含量呈先增后降的趋势,过量的食盐破坏了二硫键,使得二硫键变成了游离巯基,而二硫键含量多的面团韧性较强,淀粉颗粒在煮制时不易损失^[24]。同时,食盐添加量过多也会影响面条滋味和口感,导致面条感官评分降低,因此,综合考虑食盐添加量应为0.6%。

2.4 改良剂及其添加量对青麦仁面条品质的影响

谷朊粉是从小麦粉中提取出来的营养丰富的植物蛋白质,具有吸水性、粘弹性、延伸性、成膜性和吸脂性等特性^[25]。瓜尔豆胶是亲水性胶体,面条制作过程中添加瓜尔豆胶,可使面条表面光滑,有弹性,耐煮,不断条^[26]。食品中添加CMC主要起增稠、稳

定、持水、乳化、改善口感、增强韧性等作用^[27]。由图1可以看出,改良剂的添加可以改善面条的蒸煮特性和质构特性,添加谷朊粉可以增加面条吸水率,瓜尔豆胶和CMC可以降低面条吸水率;由吸光度的变化可知三种添加剂的使用均能降低面条的蒸煮损失,瓜尔豆胶对面条蒸煮损失影响较大,这可能是因为加入的瓜尔豆胶胶体增强了面筋网络与淀粉颗粒之间的结合程度,减少了面条烹煮过程中淀粉颗粒的损失,从而影响面条的蒸煮品质^[28]。三种添加剂的使用使面条感官品质先增加后降低,质构特性硬度、粘性、弹性和最大拉伸力逐渐增加,这可能是因为三种添加剂能够通过自身的亲水作用及与面粉中淀粉和蛋白质的相互作用形成复合物,改善了面团的面筋网络结构,使面团粘性增强,面筋与淀粉颗粒的粘

结更加紧密牢固,从而能改善面条的硬度、粘性和弹性^[29]。综合考虑,三种添加剂中瓜尔豆胶可减少面条吸水率,明显减少面条蒸煮损失,添加量为0.6%时,面条感官品质最好,硬度适中,粘弹性较好,因此,本文选择瓜尔豆胶改善青麦仁面条品质,添加量为0.6%。

2.5 正交实验优化青麦仁面条制作工艺的最佳条件
在单因素实验的基础上,采用 $L_9(3^4)$ 正交表进行正交优化实验,结果见表7所示。

由表7可知,各因素对断条率的影响顺序为 $A > B > D > C$,即青麦仁粉添加量 $>$ 加水量 $>$ 瓜尔豆胶添加量 $>$ 食盐添加量;各因素对吸水率的影响顺序为 $B > A > C > D$,即加水量 $>$ 青麦仁粉添加量 $>$ 食盐添加量 $>$ 瓜尔豆胶添加量;各因素对吸光度的影响

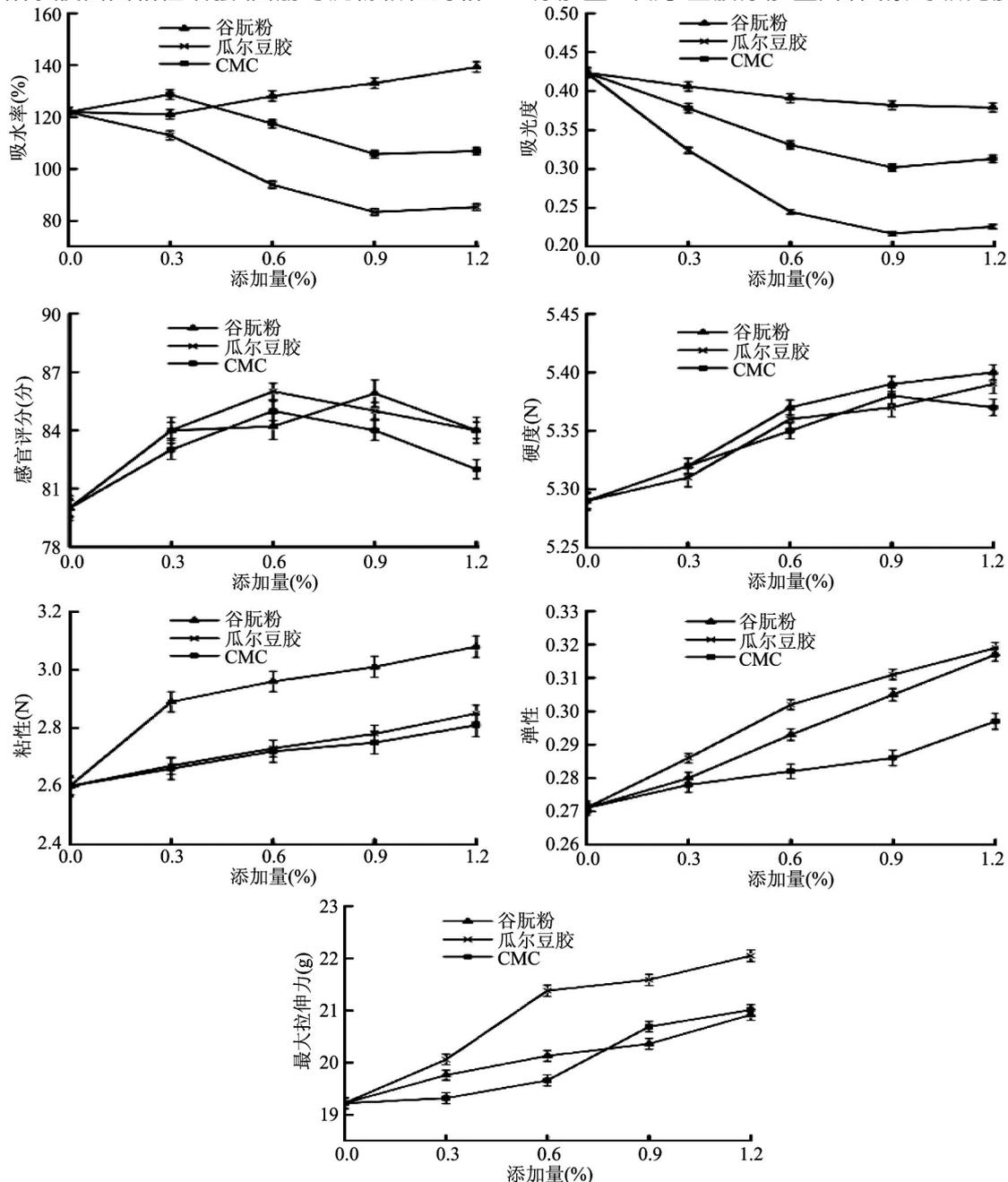


图1 改良剂及其添加量对面条品质的影响

Fig.1 Effect of improvers and its amount on noodle quality

表7 正交实验结果及极差分析

Table 7 Orthogonal experiment results and extreme difference analysis

实验号	因素				断条率 (%)	吸水率 (%)	吸光度	感官评分
	A 青麦仁粉添加量 (%)	B 加水量 (%)	C 盐添加量 (%)	D 瓜尔豆胶添加量 (%)				
1	1	1	1	1	6.67	109.94	0.287	71.5
2	1	2	2	2	3.33	102.14	0.232	77.5
3	1	3	3	3	6.67	99.15	0.226	81.6
4	2	1	2	3	13.33	103.12	0.287	71.4
5	2	2	3	1	3.33	101.34	0.238	80.6
6	2	3	1	2	0.00	89.59	0.186	87.3
7	3	1	3	2	16.67	119.53	0.316	70.4
8	3	2	1	3	13.33	145.65	0.302	75.6
9	3	3	2	1	10.00	90.03	0.276	82.9
K ₁	5.557	12.223	6.667	6.667				
K ₂	5.553	6.663	8.887	6.667		A > B > D > C		
K ₃	13.333	5.557	8.890	11.110		A ₂ B ₃ C ₁ D _{1 2}		
R	7.780	6.666	2.223	4.443				
K' ₁	103.743	110.863	115.060	100.437				
K' ₂	98.017	116.377	98.430	103.753		B > A > C > D		
K' ₃	118.403	92.923	106.673	115.973		A ₂ B ₃ C ₂ D ₁		
R'	20.386	23.454	16.630	15.536				
K'' ₁	0.248	0.297	0.258	0.267				
K'' ₂	0.237	0.257	0.265	0.245		B > A > D > C		
K'' ₃	0.298	0.229	0.260	0.272		A ₂ B ₃ C ₁ D ₂		
R''	0.061	0.068	0.007	0.027				
K''' ₁	76.867	71.100	78.133	78.333				
K''' ₂	79.767	77.900	77.267	78.400		B > A > D > C		
K''' ₃	76.300	83.933	77.533	76.200		A ₂ B ₃ C ₁ D ₂		
R'''	3.467	12.833	0.866	2.200				

顺序为 B > A > D > C, 即加水量 > 青麦仁粉添加量 > 瓜尔豆胶添加量 > 食盐添加量; 各因素对感官品质的影响顺序为 B > A > D > C, 加水量 > 青麦仁粉添加量 > 瓜尔豆胶添加量 > 食盐添加量; 分析得出, 青麦仁粉的添加量及加水量的最优组合为 A₂B₃, 食盐添加量对断条率、吸光度和感官评分影响的最佳结果是 C₁, 对吸水率影响的最佳结果是 C₂, 综合考虑食盐添加量选择为 C₁0.3%; 瓜尔豆胶添加量对吸光度和感官评分影响的最佳结果是 D₂, 对吸水率影响的最佳结果是 D₁, 瓜尔豆胶添加量为 0.3% 和 0.6% 时对断条率的影响程度一样, 由于感官评价是对产品的第一直观评价, 综合考虑瓜尔豆胶添加量选择为 0.6%; 因此, 青麦仁面条制作工艺最佳条件为 A₂B₃C₁D₂, 即青麦仁粉添加量为 20%, 水分 50%, 食盐 0.3%, 瓜尔豆胶 0.6%。

2.6 验证实验

按正交实验确定的最佳提取工艺条件进行验证实验, 并与普通干制面条^[30]进行对比分析, 青麦仁面条与普通干制面条的感官品质、蒸煮品质、质构特性及营养品质指标结果见表 8。

由表 8 可知, 按最佳工艺制作的青麦仁面条其感官品质、蒸煮品质和质构特性均和普通干制面条

表8 面条品质指标

Table 8 Quality indicators of noodles

类别	项目	青麦仁面条	普通干制面条
感官品质	感官评分	87.3	86.0
	断条率 (%)	0.00	0.00
蒸煮品质	吸水率 (%)	89.59	92.59
	吸光度	0.186	0.207
	硬度 (N)	5.23	5.18
质构特性	粘性 (N)	2.86	3.02
	弹性	0.270	0.278
	最大拉伸力 (g)	22.14	23.06
	蛋白质 (%)	12.56	12.50
营养品质	碳水化合物 (%)	67.5	69.93
	脂肪 (%)	1.46	1.53
	膳食纤维 (%)	5.38	3.51

相差不大, 部分指标优于普通干制面条, 但青麦仁面条的膳食纤维含量比普通面条高 53.3%, 膳食纤维是健康饮食不可缺少的, 纤维在保持消化系统健康上扮演着重要的角色, 摄取足够的纤维可预防心血管疾病、癌症、糖尿病及其它疾病, 可以清洁消化壁和增强消化功能, 也可稀释和加速食物中的致癌物

质和有毒物质的移除,保护脆弱的消化道和预防结肠癌。同时膳食纤维可减缓消化速度和快速排泄胆固醇,可让血液中的血糖和胆固醇控制在最理想的水平。因此,常食青麦仁面条有助于健康,按上述工艺制作的青麦仁面条品质较好。

3 结论

通过研究,确定了青麦仁面条的最佳配方:青麦仁粉添加量为20%,加水量为50%,食盐添加量为0.3%,食品改良剂选择瓜尔豆胶改善青麦仁面条品质,瓜尔豆胶添加量为0.6%,按此配料制得的青麦仁面条感官评分87.3,断条率0.00%,吸水率89.59%,吸光度0.186,硬度5.23 N,粘性2.86 N,弹性0.270,最大拉伸力22.14 g,蛋白质含量12.56%,碳水化合物含量67.5%,脂肪含量1.46%,膳食纤维含量5.38%,感官品质、蒸煮品质及物性品质均较好,且添加的青麦仁粉为营养丰富的粗原粮粉,为人们提供了一种营养美味的面条新产品。

参考文献

- [1]张云忠,季旭东.青麦仁产业化初探[J].中国果菜,2007(6):39-40.
- [2]康志敏,张康逸,崔满满,等.青麦仁粽子加工工艺及品质分析[J].食品科学,2015,36(8):81-85.
- [3]宋莲军,赵秋艳,乔明武,等.高含量荞麦面条的品质改良研究[J].粮食与饲料工业,2008(2):28-29.
- [4]徐颖.挤压玉米面条的研究[D].武汉:武汉工业学院,2009.
- [5]范素琴,于功明,王成忠,等.复合营养燕麦面条工艺条件的优化[J].粮食加工,2009,34(3):78-81.
- [6]丁瑞琴,赖谱富,张思耀,等.花色面条品质改良剂和加工工艺的探讨[J].粮油加工,2009,(1):87-90.
- [7]李芳,朱永义.谷朊粉对苦荞小麦混合粉流变学特性影响研究[J].粮食与油脂,2005(5):23-25.
- [8]刘敦华,李清,谷文英,等.沙蒿籽胶对玉米混合粉流变特性和面条品质的影响[J].粮食与饲料工业,2006(7):19-22.
- [9]Kharidah M, Feri K, Dzulkifly MH. Application of native and phosphorylated tapioca starches in potato starch noodle [J]. International Journal of Food Science and Technology, 1999, 34(3): 275-280.
- [10]陈汝群,董文宾,修秀红.不同增稠剂对燕麦面条品质影响[J].粮食与油脂,2013,26(6):21-24.
- [11]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,2009,24(10):116-119.
- [12]宋莲军,赵秋艳,乔明武,等.高含量荞麦面条的品质改良研究[J].粮食与饲料工业,2008(2):28-29.
- [13]张艳,阎俊,H.Yoshida,等.中国面条的标准化实验室制作与评价方法研究[J].麦类作物学报,2007,27(1):158-165.
- [14]李冬梅,杨君,周妮妮,等.紫淮山紫薯营养面条的研制[J].食品研究与开发,2014,35(11):46-49.
- [15]孙小凡,杨依红.豆渣膳食纤维保健面条烹煮品质特性研究[J].粮食加工,2010,35(1):57-59.
- [16]许彦腾,张建新,宋真真.豆渣膳食纤维面条制作工艺的优化[J].西北农业学报,2015,24(11):157-164.
- [17]吕振磊,王坤,陈海华.亲水胶体对面粉糊化特性和面条品质的影响[J].食品与机械,2010,26(4):26-31.
- [18]孙彩玲,田纪春,张永祥.质构仪分析法在面条品质评价中的应用[J].实验技术与管理,2007,24(12):40-43.
- [19]陆启玉,郭祀远,李炜.麦谷蛋白对鲜湿面条性质的影响[J].河南工业大学学报:自然科学版,2009,30(5):1-3.
- [20]郭祥想,李雪琴,张佳佳.马铃薯全粉-小麦粉混合粉性质及其对面条品质的影响[J].河南工业大学学报:自然科学版,2015,36(6):21-25.
- [21]周明,黎冬明,郑国栋,等.黑麦面条质构优化及质构特性的研究[J].食品科技,2016,41(1):121-124.
- [22]叶一力,何中虎,张艳.不同加水量对中国白面条品质性状的影响[J].中国农业科学,2010,43(4):795-804.
- [23]陈霞,王文琪,朱在勤.食盐对面粉糊化特性和面条品质的影响[J].食品工业科技,2015,36(2):98-101.
- [24]陈洁,石林凡,汪礼洋,等.食盐对拉面面团延伸性影响的研究[J].粮食与饲料工业,2015(2):35-38.
- [25]栗丽萍,王寿东.谷朊粉对高含量荞麦面条品质的影响[J].农业机械,2011(8):67-69.
- [26]安红周,吴丹,韩杰,等.不同添加剂对鲜食面条品质影响的研究[J].食品科技,2010(10):186-191.
- [27]孙茹,梁灵,张正茂,等.不同添加剂对普冰9946小麦粉面条品质特性的影响[J].食品科技,2014,39(11):152-158.
- [28]陈汝群,董文宾,修秀红.不同增稠剂对燕麦面条品质影响[J].粮食与油脂,2013,26(6):21-24.
- [29]张艳,阎俊,肖永贵,等.中国鲜面条耐煮特性及评价指标[J].作物学报,2012,38(11):2078-2085.
- [30]郭晓冬,李颖.花生蛋白营养面条的品质评价[J].粮食与饲料工业,2010(11):28-30.

《食品工业科技》愿为企业铺路、搭桥!