

加工工艺对麸皮酶处理全麦挂面品质影响的研究

汪丽萍,刘 姣,刘艳香,田晓红,刘 明,谭 斌,翟小童,吴娜娜

(国家粮食局科学研究院,北京 100037)

摘要:为改善麸皮酶处理全麦挂面品质,采用单因素实验研究了面条加工工艺(加水量、和面时间、加水温度、熟化温度和熟化时间)对面条蒸煮品质和感官品质的影响作用。结果表明,加工工艺显著影响了全麦挂面感官品质,对其蒸煮品质影响不显著。根据单因素实验结果优选出最佳的全麦挂面加工工艺条件为:加水量40%,和面时间3 min,加水温度20℃,熟化温度30℃,熟化时间30 min,全麦挂面加水量比小麦粉面条高3%~7%;加工工艺各因素对全麦挂面品质的影响作用大小依次为:加水量>熟化温度>和面时间>熟化时间>加水温度。适当的加工工艺调控可有效改善麸皮酶处理全麦挂面品质。

关键词:加工工艺,全麦挂面,蒸煮品质,感官品质

中图分类号:TS 213.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2017)05-0008-06

Effect of the processing technology on the quality of dried noodle made of whole wheat flour with the bran treated by enzyme

WANG Li-ping, LIU Jiao, LIU Yan-xiang, TIAN Xiao-hong, LIU Ming, TAN Bin, ZHAI Xiao-tong, WU Na-na

(Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037)

Abstract: In order to improve the quality of dried noodle made of whole wheat flour with the bran treated by enzyme, the influences of processing technology (water addition, mixing time, water temperature, curing temperature and curing time) on the cooking and sensory quality of the noodles was studied by single factor experiment. The result indicated that the effects of processing technology on sensory quality of the noodles were significant, while were not on cooking quality. According to the single factor experiment, the optimal process condition were: water addition 40%, mixing time 3 min, water temperature 20℃, curing temperature 30℃ and curing time 30 min. The water addition of whole wheat noodle was 3%~7% higher than that of wheat noodles. The sequence of the effect of processing technology on quality of the dried noodle was water addition > curing temperature > mixing time > curing time > water temperature. The proper process control can effectively improve the quality of the whole wheat dried noodle with enzymatic treatment bran.

Key words: processing technology; whole wheat flour dried noodle; cooking quality; sensory quality.

近年来,全谷物食品由于其营养健康价值而得到迅猛发展。根据敏特公司全球新产品数据库(Mintel Global New Products Database)的资料,从2000年开始到2011年的十多年间,世界范围内的全谷物食品新产品增长了20多倍^[1]。美国全谷物理事会的统计资料也显示,截止到2015年9月已经

有超过10 500个不同产品标有全谷物标识,在44个国家得以推广^[2]。目前,全谷物食品的发展在我国也呈逐年上升的态势。全麦食品是一类重要的全谷物食品。国外有关全麦面包、饼干等主食品、方便食品的研究报道很多,我国有关全麦食品的研究才刚刚起步。挂面是我国的传统主食,也是产值较大的面制品之一。因此,全麦挂面是我国全麦食品发展的一个重要方向。

在全麦挂面的制作过程中,麸皮的存在导致了面团延展性差、面片表面易脱皮,面条口感粗糙等问

收稿日期:2017-03-21

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(ZX1716)

作者简介:汪丽萍,1978年出生,女,研究员,博士。

通讯作者:谭斌,1972年出生,男,研究员,博士。

题。前期研究显示,利用内切型木聚糖酶对麸皮适当处理后,面片和面条的外观细腻度有所改善,并且提高了面条的营养品质^[3]。田晓红等研究稳定化处理后的麸皮粗细度对全麦挂面品质的影响,结果显示麸皮颗粒 ≥ 80 目时全麦挂面品质得到明显改善^[4]。然而,除了原料特性对面条品质有一定影响外,加工工艺对面条品质也起着至关重要的作用。

面条加工工艺流程为和面、熟化、压片和干燥等,影响面条制作的因子很多,其中加水量、熟化、和面等最为重要^[5]。张波^[6]等通过分析面条感官质量影响因素,发现熟化时间、和面时间和加水量对面条的硬度和弹性有显著影响。李韦谨^[7]也指出加水量是影响面条感官质量的重要因素,其次是和面时间和压延比。全麦挂面不同于小麦粉挂面,目前有关全麦挂面加工工艺对其品质影响的研究还鲜有报道。为了进一步提高全麦面条品质,本实验在前期研究的基础上,以酶解麸皮全麦粉制作挂面,以面条蒸煮品质和感官品质为考察指标,研究全麦挂面加工工艺(加水量、和面时间、加水温度、熟化温度和熟化时间)对面条品质的影响规律,以期在全麦挂面加工的工业化发展提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

小麦:山东峰宇面粉有限公司;木聚糖酶:诺维信生物科技有限公司。

LM-85/40 实验磨粉机:无锡穗邦科技有限公司;FW-100 高速万能粉碎机:北京中兴伟业仪器有限公司;JFZD 粉质仪:北京东孚久恒仪器技术有限公司;LGJ-10D 冷冻干燥机:北京四环科学仪器厂有限公司;JHMZ 200 实验和面机:北京东方孚德技术发展中心;JMTD-168/140 实验面条机:北京东孚久恒仪器技术有限公司;DGG-9000 型电热恒

温鼓风干燥箱:上海森信实验仪器有限公司;PRX-35013 智能人工气候箱:宁波海曙赛德实验仪器厂。

1.2 实验方法

1.2.1 小麦粉和麸皮制备

参照文献^[3]对小麦进行磨粉,制得麸皮和小麦粉。

1.2.2 麸皮酶解处理及全麦粉加工工艺

参照文献^[3],称取 150 g 小麦麸皮,粉碎后过 40 目筛,与 1.0% 的木聚糖酶(以原料干重计)混合,再将混合物置于粉质仪中,粉质仪用 55 ℃ 水循环加热,在 1~3 min 内喷洒预先加热的水,搅拌使水均匀分布于样品中,调节混合物水分含量至 60%,搅拌机密封以避免水分的蒸发。酶解 4 h 后将样品取出,冷却到室温后立即进行冷冻干燥,干燥样品即为酶处理后的麦麸粉。将麦麸粉粉碎过 100 目筛,与自制小麦粉按产出率 70% 比例复配成 100% 全麦粉。

1.2.3 全麦挂面的制作及评价方法

1.2.3.1 全麦挂面的制作 参照田晓红^[8]方法进行加工制作。分别考察加水量(34%、36%、38%、40%、42%)、和面时间(1、2、3、4、5 min)、加水温度(0、20、25、30、35 ℃)、熟化温度(25、30、35、40、45 ℃)、熟化时间(15、30、45、60、75 min) 5 项单因素对全麦挂面品质的影响。

1.2.3.2 面条蒸煮品质评价 参照田晓红^[8]方法,蒸煮品质包括煮熟增重率和干物质损失率。

1.2.3.3 面条感官评价 取 15 g 待品尝的干面条,放到 2 000 mL 开水中,保持微沸状态(电磁炉功率为 1 200 W)煮至最佳蒸煮时间,将面条取出,放在自来水下快速冲淋 30 s,沥干水后放入盘中,由 5 位经过培训的人员对面条进行品尝评分,取 5 个人的评分平均值作为最终面条的评分结果。评分标准如表 1。

表 1 挂面感官评分标准

项目	分值	评分标准
干面条	色泽	10 指干面条的颜色和亮度,具有面条原料本身的颜色,且较为光亮为 8.5~10 分;颜色和亮度一般为 6~8.4 分;色发暗、发灰,亮度差为 1~6 分。
	表观状态(干)	10 指干面条表面光滑和均匀程度,表面结构细密、光滑、均匀一致为 8.5~10 分,中间为 6~8.4 分,表面粗糙、膨胀、变形严重、不均匀为 1~6 分。
煮熟面条	亮泽度	10 指面条产品的颜色和亮度,具有面条原料本身的颜色,且较为光亮为 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。
	表观状态(湿)	20 指面条表面光滑和膨胀程度,表面结构细密、光滑、均匀一致为 17~20 分,中间为 12~17 分,表面粗糙、膨胀、变形严重、不均匀为 1~12 分。
	适口性(软硬)	20 用牙咬断一根面条所需力的大小,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	10 指在咀嚼过程中,面条粘牙强度,咀嚼时爽口、不粘牙为 8.5~10 分,较爽口、稍粘牙为 6~8.4 分,不爽口、发粘为 1~6 分。
	爽滑性 食味	10 5 指在品尝面条时口感的光滑程度,光滑为 8.5~10 分,中间为 6~8.4 分,光滑程度差为 1~6 分。 指品尝时的味道,具样品本身的香味 4.3~5 分,基本无异味 3~1.3 分,有异味为 1~3 分。

1.3 数据处理

采用 Excel 和 SPSS 21 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 加水量对全麦挂面品质的影响

在面条制作过程中,加水量是影响面条制作的关键因子。前人研究小麦粉面条制作过程中加水量的范围一般在 33% ~ 37%。加水量过少,面筋形成不充分;过多,则在加工时容易粘辊或断条^[9]。

2.1.1 加水量对全麦挂面蒸煮品质的影响

由表 2 可以看出,随着加水量的增加,全麦挂面的最佳煮制时间呈先上升后下降趋势,过低和过高的加水量都会造成面条不耐煮;面条煮熟增重率整体上无明显差异,变幅为 117.8% ~ 122.1%,由此可见加水量对全麦挂面的煮熟增重率影响并不显著。干物质损失率呈先上升后下降趋势,在 34% 和 40% 加水量时干物质损失率达到最小值 11.2% 和 11.2%,说明这 2 种加水量面条烹调时,面条流失到面汤中的物质较少。

表 2 加水量对全麦挂面蒸煮品质的影响

加水量 /%	最佳煮制时间 /min	煮熟增重率 /%	干物质损失率 /%
34	4	119.33 ± 1.47a	11.16 ± 0.33b
36	4.25	122.10 ± 2.66a	11.47 ± 0.35ab
38	4.17	117.81 ± 0.15a	11.84 ± 0.34a
40	4.17	120.66 ± 3.42a	11.20 ± 0.24b
42	4.08	121.08 ± 1.69a	11.69 ± 0.20ab

注:不同字母表示各行数值在 P < 0.05 水平具有显著差异。

2.1.2 加水量对全麦挂面感官品质的影响

由图 1 可以看出,加水量对全麦挂面的感官品质影响较显著,随着加水量的增加,面条的色泽、表观状态、亮泽度、适口性、韧性、爽滑性、食味都成不断上升的趋势,其中对色泽、表观状态和适口性影响较大,对亮泽度、韧性、爽滑性和食味影响较小。加水量为 34% ~ 42% 时面条的感官评价总分分别为 77.2、81.3、90.2、93.8、95.8 分(总分 120),可见加

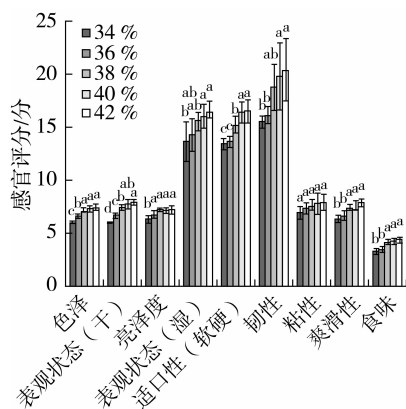


图 1 加水量对全麦挂面感官品质的影响

水量在 42% 时面条的感官评价总分最高,但是 40% 加水量之后面条的色泽、表观状态和适口性变化都不再明显。主要是因为全麦粉中富含麸皮膳食纤维等易吸水性物质,加水量少时,全麦粉中的多糖、淀粉和蛋白质等不能充分吸水胀润,全麦粉水化不完全,面条结构不紧密,麸皮颗粒易脱落,面片干裂不平整,挂面表面粗糙,适口性差;加水量充足,全麦粉水化完全,网络结构连接紧密,面条质地细腻,口感好。

综合面条蒸煮品质和感官品质指标,对于麸皮酶解再添加的全麦挂面来说,40% 的加水量时面条的干物质损失率较小,面条的表观状态、适口性和韧性较好。42% 的加水量虽然使面条的感官评价分数最高,但是在和面过程中发现加水量大会使得和成的面团过湿易结块,醒发 45 min 后,面片在压制过程中容易被拉伸,在压片和切条时容易粘辊子。因此,40% 的加水量相对比较合适,全麦挂面加工所需的加水量较普通小麦粉面条多 3% ~ 7%。

2.2 和面时间对全麦挂面品质的影响

和面时间对全麦面条品质具有一定的影响。机械的捏合和搅拌不仅会促使小麦麸皮和小麦粉的充分混合,而且会促使面团面筋的形成。和面时间不足会造成全麦粉混合不充分,面片颜色不均一,使面筋形成不完全;和面时间过长,面团温度会上升,造成面团过熟,搅拌时间越长面团越湿黏,对面团整形操作有不利影响。一般来说和面时间的长短与和面机的速度、类型及容量等因素有关^[10]。

2.2.1 和面时间对全麦挂面蒸煮品质的影响

由表 3 可以看出,随着和面时间的增加,全麦面条的最佳煮制时间成不断上升的趋势,说明和面时间越长,面条越耐煮;面条的煮熟增重率随着和面时间的延长呈先上升后下降的趋势,和面 1 min 时,全麦粉与水并未成为一体,水化作用仅发生一部分,面团颗粒大,有部分水还未和麸皮结合,面筋网络结构还未形成完全,淀粉等大分子物质还未完全包埋进网络结构中,因此吸水率较低,在 3 min 时面条的吸水率最大,可达 126.7%,说明面团的水化作用已经完全,多糖、淀粉和蛋白质等物质充分吸水,之后面

表 3 和面时间对全麦挂面蒸煮品质的影响

和面时间 /min	最佳煮制时间 /min	煮熟增重率 /%	干物质损失率 /%
1	4.42	125.23 ± 1.39ab	12.34 ± 0.73a
2	4.42	124.31 ± 0.84ab	11.90 ± 0.31a
3	4.50	126.68 ± 2.64a	11.61 ± 0.69a
4	4.50	123.04 ± 1.99b	12.24 ± 0.22a
5	4.58	125.20 ± 1.43ab	12.51 ± 0.26a

注:不同字母表示各行数值在 P < 0.05 水平具有显著差异。

条吸水率降低是因为和面时间过长,会使已形成的面条网络结构被破坏,降低麸皮的吸水性和面团面筋的生成率^[11]。面条的干物质损失率随着和面时间的延长先下降后上升,但无明显差异。

2.2.2 和面时间对全麦挂面感官品质的影响

由图2可以看出,和面时间对全麦面条的感官品质影响较显著,随着和面时间的增加,面条的色泽、表观状态、亮泽度、适口性和爽滑性差异明显,其中面条的色泽、表观状态、适口性和爽滑性评分都成上升趋势,亮泽度在3 min和4 min时面条的评分最高。和面时间在1~5 min时全麦挂面感官评价总分分别为84.4、89.5、97.0、96.4和95.4分,在3 min时感官评价总分最高。可能是因为和面时间在3 min前,面条网络逐渐形成并稳定,大分子物质吸水膨胀也逐渐达到最佳,各项感官指标逐渐增大,但3 min后由于搅拌过程中水分散失以及搅拌力对麸皮中纤维与面筋的破坏力逐渐加大引起面条的有些感官指标逐渐降低^[12]。

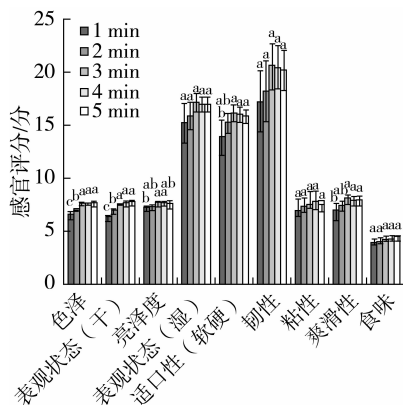


图2 和面时间对全麦挂面感官品质的影响

综合面条蒸煮品质和感官品质指标,和面时间3 min时面条的煮熟增重率最大,面条的色泽、表观状态(干)、亮泽度、适口性、爽滑性及总分最高,因此,3 min和面时间相对比较合适。

2.3 加水温度对全麦挂面品质的影响

加水温度对全麦面条品质具有一定的影响。工业生产中温度包括机器的产热、加水温度、室温、面粉温度、搅拌升温^[13]等,它们对面条品质均有影响。然而机器发热等因素较难控制,并且水的比热容大,因此在面条工业化生产中主要采取控制加水温度来调节温度对面团和面条品质的影响。

2.3.1 加水温度对全麦挂面蒸煮品质的影响

由表4可以看出,全麦面条的最佳煮制时间随加水温度的升高成逐渐降低的趋势,说明加水温度越高,面条越不耐煮。此外从上表也可知,当加水温度在20~35℃时,面条的煮熟增重率呈先增加后降

低的趋势,在20℃时达到最大值,为123.44%,可能是因为水温处于室温时,麸皮中的纤维类物质吸水溶胀,与面团中的面筋蛋白形成更大更牢固的网络结构,煮制面条时包埋在面筋网络结构中的蛋白质、淀粉充分吸水,吸水率增大;水温太高,达到面团熟化温度,由于过早熟化导致超过了面团最佳的熟化时间,吸水率呈现降低的趋势。面条的干物质损失率呈无规律变化。

表4 加水温度对全麦挂面蒸煮品质的影响

加水温度 /℃	最佳煮制时间 /min	煮熟增重率 /%	干物质损失率 /%
0	4.50	122.68 ± 3.64ab	11.92 ± 0.35a
20	4.42	123.44 ± 0.72a	10.82 ± 0.47b
25	4.42	122.95 ± 4.56ab	11.55 ± 0.32ab
30	4.33	117.19 ± 2.92b	9.79 ± 0.23c
35	4.33	121.62 ± 1.54ab	11.53 ± 0.82ab

注:不同字母表示各行数值在P<0.05水平具有显著差异。

2.3.2 加水温度对全麦挂面感官品质的影响

由图3可以看出,随着加水温度的升高,面条的色泽、表观状态、适口性、粘性、爽滑性和食味差异明显,并且这些指标评分都呈先上升后下降的趋势,在20℃时面条的色泽、表观状态(干)和爽滑性评分最高,在25℃时面条的粘性评分最高。加水温度在0、20、25、30、35℃时全麦挂面感官评价总分分别为89.8、97.5、97.5、92.1和89.5分,在加水温度20℃和25℃时面条的感官评价总分最高,这可能是因为在温度范围内,小麦麸皮膳食纤维的亲水性达到最好,吸水速率加快,充足的水分更有利于面团的黏结形成,使包埋蛋白质和淀粉颗粒的面筋网络结构能够紧密的结合,因此做出的面条外观细腻,口感爽滑。

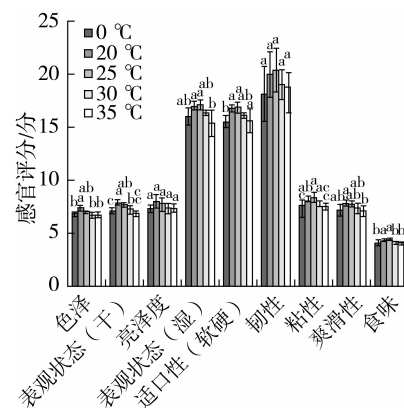


图3 加水温度对全麦挂面感官品质的影响

综合面条蒸煮品质和感官品质指标,加水温度20℃时面条耐煮、煮熟增重率最大,且干物质损失率比25℃时面条的干物质损失率略低,面条的色

泽、表观状态(干)和爽滑性评分最高,因此,20℃加水温度相对比较合适。

2.4 熟化温度对全麦挂面品质的影响

熟化温度对全麦面条品质具有一定的影响。对于面团来讲,熟化是和面过程的继续^[14],熟化过程中需要恒温的环境,才能保证熟化的质量以及后续工序的良好品质。面团熟化较理想的熟化温度是25℃,接近于常温,宜低不宜高^[15]。

2.4.1 熟化温度对全麦挂面蒸煮品质的影响

由表5可以看出,不同的熟化温度对全麦面条的最佳煮制时间影响不大,变幅在4.33~4.42 min之间;随着面团熟化温度的升高,面条煮熟增重率整体变化不大;干物质损失率在25℃和30℃时最小。造成这种现象的原因可能是小麦麸皮中的纤维在较低的熟化温度条件下能与面筋网络结构结合,从而形成更大一些的网络骨架,有效地将全麦面条中的淀粉颗粒包埋进去,使其不易落入水中,降低了淀粉等物质的失落率。

表5 熟化温度对全麦挂面蒸煮品质的影响

熟化温度 /℃	最佳煮制时间 /min	煮熟增重率 /%	干物质损失率 /%
25	4.33	121.82 ± 1.91a	8.93 ± 0.09b
30	4.33	123.27 ± 2.88a	9.59 ± 0.09b
35	4.42	125.42 ± 2.50a	12.10 ± 0.70a
40	4.42	125.42 ± 0.09a	12.39 ± 0.86a
45	4.42	123.59 ± 0.41a	12.10 ± 0.08a

注:不同字母表示各行数值在P<0.05水平具有显著差异。

2.4.2 熟化温度对全麦挂面感官品质的影响

由图4可以看出,熟化温度对于全麦面条的感官评价指标如亮泽度、适口性、韧性、爽滑性和食味的影响较小,对色泽、表观状态和粘性的影响较大。熟化温度25、30、35、40、45℃时全麦挂面感官评价总分分别为91.4、92.6、88.9、85.1、81.3分,在面团

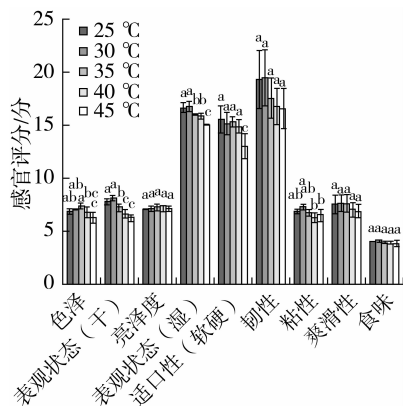


图4 熟化温度对全麦挂面感官品质的影响

熟化温度为30℃时全麦面条感官评价总分最高,并且此时面条的表观状态和粘性评分也都达到最高,说明此时面条的网络结构形成最充分、最牢固,达到与水分、多糖、淀粉、脂类等大分子完全溶合,从而使面条的表观状态和粘性表现最好。

综合面条蒸煮品质和感官品质指标,熟化温度30℃时面条的干物质损失率最小,表观状态、粘性及总分最高,因此,30℃熟化温度比较合适。

2.5 熟化时间对全麦挂面品质的影响

熟化时间的长短对面条品质有重要的影响作用。一般情况下,随着熟化时间的延长,面团的质地更均匀,待一段时间后,结构不再变化甚至变得松软^[16]。

2.5.1 熟化时间对全麦挂面蒸煮品质的影响

由表6可以看出,不同熟化时间下,全麦面条的最佳煮制时间变幅为4.33~4.50 min,熟化30 min时面条的煮制时间最长,说明熟化30 min得到的全麦挂面最耐煮,面筋网络结构更加紧实,而熟化时间过长,会导致面团面筋结构的软化,从而使最终得到的面条耐煮性下降;随着面团熟化时间的增加,面条的煮熟增重率呈先上升后下降的趋势,在熟化30 min时面条的煮熟增重率最大,可达127.3%。一方面可能因为面团熟化时间的延长使得麸皮中的膳食纤维亲水性增强,会一定程度上增加面条的吸水率;另一方面可能因为熟化时间越长,面团越能形成很好的面筋网络结构,而使淀粉、脂类等大分子很好地包埋在网络结构里,从而需要吸收更多的水分。面团熟化时间更长,面团中的水分已经吸收的比较充分,所以最终面条吸水率下降。但是,熟化30 min时出现面条的吸水率升高,干物质损失率也增加的现象,这与张东仙^[17]等研究的结果一致,挂面的吸水率与干物质损失率呈正相关。

表6 熟化时间对全麦挂面蒸煮品质的影响

熟化时间 /min	最佳煮制时间 /min	煮熟增重率 /%	干物质损失率 /%
15	4.42	125.00 ± 2.81ab	12.49 ± 0.79a
30	4.50	127.28 ± 4.13a	12.63 ± 0.37a
45	4.33	121.80 ± 1.90b	12.23 ± 0.09a
60	4.33	124.60 ± 1.32ab	11.70 ± 0.46a
75	4.42	124.95 ± 1.22ab	12.11 ± 0.43a

注:不同字母表示各行数值在P<0.05水平具有显著差异。

2.5.2 熟化时间对全麦挂面感官品质的影响

由图5可以看出,全麦面条的感官评价分数随着熟化时间的增加,其色泽、亮泽度、适口性和粘性变化差异不大,而面条表观状态、韧性、爽滑性和食味差异较大。熟化时间在15、30、45、60、75 min时

全麦挂面感官评价总分分别为 92.8、95.7、90.1、88.1、86.6 分,在面团熟化时间 30 min 时感官评价总分最高,其表观状态、韧性、爽滑性和食味评分也最高,表明面团熟化 30 min 时面条软硬适中,光滑有咬劲,具有全麦面条特有的香味。

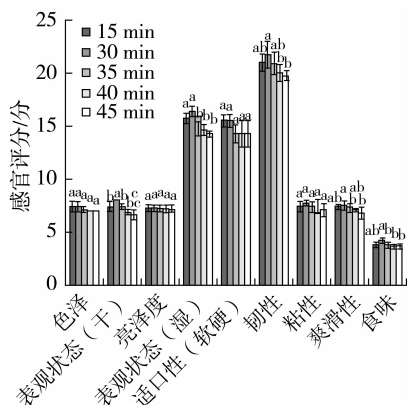


图5 熟化时间对全麦挂面感官品质的影响

综合面条蒸煮品质和感官品质指标,熟化时间 30 min 时面条的最佳煮制时间最长,煮熟增重率最大,表观状态、韧性、爽滑性、食味及总分最高,因此,30 min 熟化时间比较合适。

2.6 全麦挂面加工工艺条件与面条品质的相关性

全麦挂面加工工艺条件如加水量、熟化温度、熟化时间、和面时间以及加水温度与面条品质相关分析结果见表7。可以看出各因素对面条品质均具有一定的影响,加水量是影响面条品质最主要的因素,各因素对面条品质的影响大小为:加水量 > 熟化温度 > 和面时间 > 熟化时间 > 加水温度。

表7 全麦挂面加工工艺条件与面条品质的相关性

	加水量	熟化温度	熟化时间	和面时间	加水温度
最佳煮制时间	0.132	0.866	-0.375	0.945 *	-0.941 *
煮熟增重率	0.196	0.585	-0.226	-0.156	-0.425
干物质损失率	0.427	0.886 *	-0.737	0.297	-0.459
色泽	0.939 *	-0.580	-0.938 *	0.904 *	-0.081
表观状态(干)	0.970 **	-0.920 *	-0.783	0.934 *	-0.108
亮泽度	0.889 *	0.447	-0.866	0.783	0.040
表观状态(湿)	0.970 **	-0.933 *	-0.852	0.869	-0.096
适口性(软硬)	0.966 **	-0.827	-0.866	0.808	0.243
韧性	0.971 **	-0.933 *	-0.831	0.838	0.363
粘性	0.975 **	-0.730	-0.591	0.170	0.078
爽滑性	0.978 **	-0.823	-0.892 *	0.839	0.004
食味	0.948 *	-0.898 *	-0.664	0.888 *	-0.079
总分	0.974 **	-0.941 *	-0.869	0.839	0.096

注: * 表示显著($P < 0.05$); ** 表示极显著($P < 0.01$)。

3 结论

加工工艺调控可以显著改善全麦挂面的表观状

态、色泽、亮泽度、适口性、韧性、粘性、爽滑性等感官品质,对全麦挂面的最佳煮制时间、煮熟增重率及干物质损失率等蒸煮品质影响不显著。全麦挂面的最佳煮制时间为 4 ~ 4.58 min,煮熟增重率为 117% ~ 127%,全麦挂面的干物质损失率为 8.93% ~ 12.70%。

根据单因素实验结果优选出最佳的全麦挂面加工工艺条件为:加水量 40%,熟化温度 30 °C,熟化时间 30 min,和面时间 3 min,加水温度 20 °C,其中全麦挂面加工所需加水量比普通小麦粉面条高 3% ~ 7%。

全麦挂面加工工艺各因素对面条品质的影响作用大小依次为:加水量 > 熟化温度 > 和面时间 > 熟化时间 > 加水温度。

参考文献:

- [1] Whole Grains Council, Newsroom, WG Statistics[DB/OL]. <http://www.wholegrainscouncil.org/newsroom/whole-grain-statistics>.
- [2] Whole Grains Council, Whole Grain Stamp, It's Working[DB/OL]. <http://www.wholegrainscouncil.org/whole-grain-stamp/its-working>.
- [3] 刘姣,汪丽萍,吴卫国,等. 麦麸木聚糖酶处理条件对全麦挂面品质的影响[J]. 粮油食品科技, 2016, 24(3): 79-85.
- [4] 田晓红,刘艳香,汪丽萍,等. 麸皮粗细度对全麦粉挂面品质的影响[J]. 粮油食品科技, 2015(5): 7-10.
- [5] 李硕碧,单明珠,王怡,等. 鲜湿面条专用小麦品种品质的评价[J]. 作物学报, 2001, 27(3): 334-339.
- [6] 张波,魏益民,李韦谨. 面条感官质量影响因素分析[J]. 中国农业科学, 2012, 45(12): 2447-2454.
- [7] 李韦谨. 面粉品质和工艺对面条感官质量的影响[D]. 雅安:四川农业大学,2011.
- [8] 田晓红,汪丽萍,刘明,等. 熟化条件对苦荞挂面蒸煮品质的影响[J]. 粮油食品科技,2013,21(1): 1-3.
- [9] 张波,魏益明,李韦谨. 影响面条感官质量的因素分析[J]. 中国农业科学, 2012,45(12): 2447-2454.
- [10] 陆启玉. 粮油食品加工加工学[M]. 中国轻工出版社,2005.
- [11] 艾紫薇. 和面工艺对面团品质影响的研究[D]. 郑州:河南工业大学, 2013.
- [12] 王明明,陈洁,王春,等. 和面工艺对冷冻面条品质影响的研究[J]. 河南工业大学学报, 2011, 32(4): 49-52.
- [13] 刘长虹,常冬冬,黄松伟. 加水温度对馒头面团持气性和馒头品质的影响[J]. 粮食加工, 2012, 37(5): 35-37.
- [14] 陆启玉,陈颖慧. 面制方便食品[M]. 北京:化学工业出版社. 2007:10.
- [15] 王睿. 面条品质的影响因素研究进展[J]. 重庆教育学院学报, 2009, 22(6): 19-22.
- [16] 李聪. 熟化对鲜湿面条品质的影响研究[D]. 河南工业大学, 2011.
- [17] 张东仙,项怡,陈永强,等. 添加燕麦麸皮对挂面品质特性的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(3): 105-109.