

不同改良剂对玉米面条品质的影响

孙皎皎¹, 董文宾¹, 许先猛^{1,2}

(1. 陕西科技大学 生命科学与工程学院, 陕西 西安 710021;

2. 运城职业技术学院 有机食品工程系, 山西 运城 044000)

摘要:采用单因素实验和正交实验对以玉米粉、黄豆粉和小麦粉混合粉为原料加工玉米面条的工艺进行优化。结果表明,单独添加谷朊粉、聚丙烯酸钠、明胶或明胶多肽对玉米面条品质均有不同程度的改善作用,但这四种改良剂复合使用效果更好,其最佳配方为:谷朊粉3%、聚丙烯酸钠0.10%、明胶2%、明胶多肽3%。

关键词:玉米面条;谷朊粉;聚丙烯酸钠;明胶;明胶多肽

中图分类号:TS 213.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2015)01-0051-04

Effect of different modifiers on quality of corn noodles

SUN Jiao-jiao¹, DONG Wen-bin¹, XU Xian-meng^{1,2}

(1. College of Life Science & Engineering, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an Shaanxi 710021;

2. Department of Organic Food Engineering, Yuncheng Vocational and Technical College, Yuncheng Shanxi 044000)

Abstract: Using mixed corn flour, soy flour and wheat flour as material, the processing of corn noodles was optimized by single factor and orthogonal test. The results showed that composite modifier was better than single modifier in improving the quality of corn noodles, and the optimal formula was as follow: wheat gluten 3%, sodium polyacrylate 0.10%, gelatin 2% and gelatin polypeptide 3%.

Key words: corn noodles; wheat gluten; sodium polyacrylate; gelatin; gelatin polypeptide

我国是玉米生产和消费大国,年产量超过两亿吨,其中约三分之二用于食用及饲料,工业消费仅占三分之一^[1]。研究发现,玉米富含V_C、V_E、胡萝卜素、不饱和脂肪酸及粗纤维等多种营养成分,长期食用可调节人体的新陈代谢,增强人体免疫能力,因此玉米面条等玉米深加工产品有着广阔的市场前景^[2]。但玉米粉加工过程中难以形成面团网状结构,黏弹性、柔韧性差,口感粗糙,这极大地限制了玉米粉在主食加工方面的应用^[3]。

我国是面条的发源地。研究指出^[4-5],面条的营养成分不够丰富,且营养成分不平衡,难以满足以面食为主的消费群体对营养和健康的要求,因此近年来对以小麦为原料的主食进行营养改良和强化来提高人们营养水平已成为国内外研究的热点之一。谷朊粉和聚丙烯酸钠是常用的小麦粉改良剂,可改善玉米面条的品质;明胶和明胶多肽兼具蛋白质和高分子材料双重特性,且具有很多重要的生理功

能^[6]。利用明胶和明胶多肽的优良特性,将其添加到玉米面条中,可改善玉米面条品质,同时丰富玉米面条营养。本实验对玉米面条加工工艺进行了优化,确定玉米面条加工过程中明胶、明胶多肽、谷朊粉和聚丙烯酸钠等的最佳添加量。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

小麦粉:陕西富民面粉厂;黄豆和玉米粉均为陕西省渭南市所产;食盐:孝感广盐华源制盐有限公司;优质碱面:北京市厨大妈食品有限公司;食用明胶:山东淄博杰乐宝恩生物科技有限公司;明胶多肽:实验室制备;谷朊粉:新乡丰丘粉业公司;聚丙烯酸钠:州艺东科贸有限公司。上述均为食品级。酸性蛋白酶:北京奥博星生物技术有限责任公司,生物试剂。

XX80EL005型超滤系统:美国MILLIPORE公司;BS323S型电子天平:赛多利斯科学仪器有限公司;小型压面机:山东龙口市复兴机械制造有限公司;高速万能粉碎机:天津市泰斯特仪器有限公司;TA-XT

收稿日期:2014-07-16

作者简介:孙皎皎,1989年出生,女,山西晋城人,硕士研究生。

通讯作者:董文宾,1951年出生,男,陕西宝鸡人,教授。

plus 型物性分析仪:英国 Stable Micro System 公司;
电炉:天津市泰斯特仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 明胶多肽制备

明胶在 65 ℃ 温水中溶胀 1 h,添加 5% 酸性蛋白酶于 40 ℃ 条件下酶解 2 h,通过超滤系统进行超滤,制得 1 000 ~ 5 000 Da 分子量多肽溶液,浓缩后冷冻干燥,制得明胶多肽粉末。

1.2.2 玉米面条制作工艺流程

玉米粉、小麦粉、黄豆粉→添加辅料→和面→熟化→压片→切条→干燥→包装。

1.2.3 实验方案

玉米粉、小麦粉、黄豆粉比例为 10:5:1,以混合粉总量 100% 计,添加食盐 1.5%、食碱 0.15%、纯净水 65%,分别将谷朊粉、聚丙烯酸钠、明胶和明胶多肽添加至玉米面条中,各取四水平进行单因素实验,并设置空白对照;依据单因素实验结果,将四种改良剂混合形成复合改良剂添加至玉米面条中,进行四因素三水平的正交实验,研究其对玉米面条感官品质、蒸煮特性及质构的影响。

1.3 工艺要点

(1)黄豆粉的制备:将黄豆筛选清洗,烘干后经高速万能粉碎机粉碎后,过 120 目筛,备用。

(2)添加辅料:食盐、食碱、明胶多肽应溶于水后添加;明胶需于 65 ℃ 温水中溶胀 1 h 后添加。

(3)和面、熟化:按配方称取玉米粉 50 g、小麦粉 25 g、黄豆粉 5 g 等原辅料,充分混合均匀后,加入溶解有食盐、食碱的纯净水,手工和面 10 min,保湿静置熟化 20 min。

(4)压片与切条:将熟化面团擀压成薄片,放入压面机进行压片;压片时逐渐调整压辊间距,并反复压片,制成厚度为 2 mm、表面均匀光滑的面片,然后用 3 mm 滚轮面刀进行切条,并于室温下阴凉处自然晾挂干燥。

(5)包装:将干燥的玉米面条,舍去头尾和面边,切成同样长度的面条进行包装。

1.4 玉米面条品质评定方法

TPA 实验中的硬度、胶着性、咀嚼性及剪切实验中的最大剪切力均和面条感官评价中的筋道感、硬度、弹性呈极显著正相关($A=0.01$)^[7],但无法完整表征其蒸煮特性及口感、味道等,因此,结合感官评定、蒸煮特性、TPA 实验及剪切实验来综合评定玉米面条品质。

1.4.1 玉米面条感官评定

参考标准 SB/T10137—1993 并进行适当修改,面条评分总分 100 分,评分项目及分数分配见表 1。

表 1 玉米面条的感官评定标准

评定项目	评分标准
色泽(10 分)	面条呈玉米粉颜色、光亮,8.5~10 分;比较接近玉米粉颜色、亮度一般,6~8.4 分;面条颜色发暗、发灰、亮度差,1~6 分
外观性状(10 分)	面条表面是否光滑:表面光滑平整,8~10 分;适中,5~7 分;表面粗糙不平整、变形等,1~4 分
适口性(20 分)	牙齿咬断面条所用的力:适口性好,17~20 分;偏硬或偏软,12~16 分;太硬或太软,1~12 分
韧性(25 分)	面条在嘴里咬动时的弹力及粘牙感:有嚼劲、弹力十足,21~25 分;一般,15~21 分;咬劲差,1~15 分
粘性(25 分)	在咀嚼过程中,面条黏牙强度:咀嚼时爽口、不黏牙,21~25 分;较爽口、稍黏牙,15~21 分;不爽口、发黏,10~15 分
光滑性(5 分)	品尝面条时口感光滑程度:光滑,4~5 分;适中,3~4 分;光滑度差,1~3 分
食味(5 分)	滋味得分:玉米特色味十足,4~5 分;无其他杂味,3~4 分;异味感强烈,1 分

1.4.2 玉米面条蒸煮特性测定

(1)最佳蒸煮时间测定。参照商业部挂面检验标准 SB/T 10068—92。用 500 mL 烧杯取 300 mL 纯净水,在电炉上煮沸,取制作好的玉米面条 20 根,放入烧杯中,保持烧杯水微沸状态,5 min 后每隔 30 s 取出一根面条,用刀片将面条倾斜切断,观察面条中间是否仍有白硬芯线存在,当面条中间白硬芯线消失时即为面条最佳蒸煮时间。

(2)面条吸水率测定。准确称取约 4 g 制作好的玉米面条(M_1 ,精确到 0.01 g),放入盛装有 300 mL 沸水的烧杯中,保持水在微沸状态,将玉米面条煮至最佳时间,立即捞起放在滤水漏网上,在凉自来水中浸 10 s,5 min 后称重(M_2),计算玉米面条吸水率,计算公式如下:

$$\text{面条吸水率}/\% = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100, \text{式中: } M_1 \text{—玉米面条干重, g; } M_2 \text{—煮后玉米面条重量, g。}$$

(3)面汤浊度测定。取面条吸水率测定后的面汤静置 15 min,取上清液在 720 nm 处测定吸光度。

1.4.3 玉米面条 TPA(质地剖面分析)实验

取煮好的玉米面条 10 根,进行 TPA 实验。将一根面条水平放置在质构仪载物台上,在质构仪专用软件 Exponent 中选择 Sample Projects 中的 TPA. PRG 测试程序,各项参数设置如下:模式,下压过程测量压缩力;探头,HDP/LKB 型;测试前速度,1.0 mm/s;测试中速度,1.0 mm/s;测试后速度,1.0 mm/s;目标模式,应变;应变程度,75%;间隔时间,5 s;触发类型,自动(力);触发力,5 g;数据采集速率,400 pps。

1.4.4 玉米面条剪切实验

取煮好的玉米面条 10 根,进行剪切力实验。将一根面条水平放置在质构仪载物台上,在质构仪专

用软件 Exponent 中选择 Sample Projects 中的 AACC. spaghetti firmness 测试程序,各项参数设置如下:模式,下压过程测量压缩力;探头,HDP-LKB 轻型刀片;测试前速度,1.0 mm/s;测试中速度,1.0 mm/s;测试后速度,1.0 mm/s;目标模式,应变;应变程度,75%;触发力,5 g;高级选项,开;数据采集速率,400 pps。

2 结果与分析

2.1 单因素实验

玉米粉、小麦粉、黄豆粉比例为 10:5:1,以混合粉总量 100% 计,添加食盐 1.5%、食碱 0.15%、纯净水 65%,分别添加不同量谷朊粉、聚丙烯酸钠、明胶和明胶多肽,研究其对玉米面条感官品质、蒸煮特性及质构的影响。对照组不加改良剂。

2.1.1 谷朊粉对玉米面条品质的影响

由表 2 可见,与不添加谷朊粉的玉米面条相比,添加谷朊粉后玉米面条的硬度、黏性绝对值、弹性、回复性、最大剪切力整体均有所提高,且感官评分及面条吸水率明显提高。这是由于谷朊粉提高了面条中的蛋白质含量,促进了面筋网络结构的形成。随着谷朊粉添加量的增加,面团更易形成,面条更加筋道,面条吸水率、硬度、黏度等也逐渐增加,面条品质更佳,故正交实验中选择谷朊粉添加量为 3%、5%、7%。

表 2 谷朊粉添加量对玉米面条品质的影响

参数	对照	谷朊粉添加量/%			
		1	3	5	7
感官评分/分	74	87	89	89	85
最佳煮制时间/min	10.5	10	12.5	12.5	9.55
面条吸水率/%	124	129	134	136	140
面汤浊度	0.054	0.052	0.056	0.053	0.058
硬度/g	66.894	69.127	72.636	73.062	78.592
黏性	-0.776	-0.9	-0.818	-1.575	-1.522
弹性	0.612	0.799	0.872	0.591	0.734
内聚性	0.386	0.182	0.209	0.372	0.091
胶着性/g	25.844	12.594	15.208	27.174	7.119
咀嚼性/g	15.819	10.061	13.257	16.053	5.223
回复性	0.135	0.138	0.158	0.17	0.139
最大剪切力/g	55.727	59.787	63.159	62.652	67.222

2.1.2 聚丙烯酸钠对玉米面条品质的影响

由表 3 可见,与不添加聚丙烯酸钠的玉米面条相比,添加聚丙烯酸钠的玉米面条硬度、黏性绝对值、弹性、咀嚼性、回复性和最大剪切力整体均有所提高,且感官评分和面条吸水率明显提高。这是由于作为一种常用的小麦粉增稠剂,聚丙烯酸钠是一种食用胶体,水溶性高分子化合物,具有增稠、乳化等多种功能,玉米粉中淀粉含量高,聚丙烯酸钠可起到类似面筋网络结构的功能,使淀粉粒子相互粘和,分散到蛋白网络结构中,进而增加面团延展性,改善玉米面条各项品质^[8]。随着聚丙烯酸钠添加量的增加,

面条吸水率及黏性绝对值逐渐增加,故正交实验中选择聚丙烯酸钠的添加量为 0.10%、0.15%、0.20%。

表 3 聚丙烯酸钠添加量对玉米面条品质的影响

参数	对照	聚丙烯酸钠添加量/%			
		0.05	0.10	0.15	0.20
感官评分/分	74	90	90	90	87
最佳煮制时间/min	10.5	11	9.5	10.5	11.5
面条吸水率/%	124	147	152	156	157
面汤浊度	0.054	0.029	0.023	0.023	0.021
硬度/g	66.894	82.952	86.674	80.187	77.422
黏性	-0.776	-1.209	-2.8	-3.383	-4.622
弹性	0.612	0.79	0.8	0.762	0.816
内聚性	0.386	0.269	0.163	0.295	0.35
胶着性/g	25.844	22.317	14.098	23.69	27.073
咀嚼性/g	15.819	17.621	11.274	18.042	22.095
回复性	0.135	0.162	0.158	0.166	0.184
最大剪切力/g	55.727	53.352	67.672	63.537	69.617

2.1.3 食用明胶添加量对玉米面条品质的影响

由表 4 可见,与不添加明胶的玉米面条相比,添加明胶的玉米面条硬度、弹性、咀嚼性、回复性和最大剪切力整体有所提高,且感官评分明显提高,但吸水率明显下降。明胶作为一种蛋白质,其对玉米面条品质的改良效果与谷朊粉不同,对玉米面条硬度的影响更大。明胶是胶原蛋白水解产物,具有良好的凝胶性和成膜性,可有效改善玉米面条的品质,但过量添加可能导致形成假塑性流体,影响面筋网络结构的形成。明胶为黄色颗粒,添加后导致面条颜色明显变化,会影响玉米面条的感官品质。综合考虑感官及物性测试结果,正交实验中选择明胶的添加量为 2%、3%、4%。

表 4 明胶添加量对玉米面条品质的影响

参数	对照	明胶添加量/%			
		2	3	4	5
感官评分/分	74	79	76	80	73
最佳煮制时间/min	10.5	12.5	11.5	11.5	11
面条吸水率/%	124	57	89	96	46
面汤浊度	0.054	0.051	0.044	0.047	0.045
硬度/g	66.894	82.952	89.227	99.117	85.717
黏性	-0.776	-1.639	-0.836	-0.161	-0.344
弹性	0.612	0.654	0.875	0.829	0.673
内聚性	0.386	0.144	0.336	0.475	0.281
胶着性/g	25.844	11.983	29.991	47.042	24.118
咀嚼性/g	15.819	7.833	26.256	39.011	16.238
回复性	0.135	0.15	0.195	0.207	0.173
最大剪切力/g	55.727	68.564	70.131	70.774	63.721

2.1.4 明胶多肽对玉米面条品质的影响

由表 5 可见,与不添加明胶多肽的玉米面条相比,添加明胶多肽的玉米面条黏性绝对值、弹性和最大剪切力整体有所提高,且感官评分也有所提高。明胶多肽是明胶的水解产物,具有明胶的一些理化性质及生理功能,可有效改善玉米面条的品质并增加其营养功能。明胶多肽的添加可改善玉米面条的

色泽、外观性状、光滑性及食味,缩短其最佳煮制时间,能有效改善玉米面条的粗糙口感,使其更易被人们所接受。因此,正交实验中选择明胶多肽的添加量为 3%、5%、7%。

表 5 明胶多肽添加量对玉米面条品质的影响

参数	对照	明胶多肽添加量/%			
		1	3	5	7
感官评分	74	87	81	80	72
最佳煮制时间/min	10.5	8.5	8.5	8	7.5
面条吸水率/%	124	107	121	129	127
面汤浊度	0.054	0.048	0.052	0.049	0.048
硬度/g	66.894	60.938	58.173	59.981	60.087
黏性	-0.776	-1.788	-2.699	-1.507	-0.699
弹性	0.612	0.536	0.76	0.693	0.76
内聚性	0.386	0.141	0.456	0.15	0.207
胶着性/g	25.844	8.601	26.515	9.008	12.46
咀嚼性/g	15.819	4.607	20.146	6.245	9.471
回复性	0.135	0.111	0.124	0.096	0.119
最大剪切力/g	55.727	59.584	50.567	54.406	63.757

2.2 正交实验

考虑到单一改良剂有各自优缺点,从不同角度改善了面条品质,因此,根据单因素实验结果,选用 $L_9(3^4)$ 正交实验将四种不同改良剂单体按一定比例复合,形成复合改良剂,提高对玉米面条品质的改良效果。正交实验设计见表 6,正交试验结果见表 7。

表 6 正交实验设计

组号	谷朊粉/%	聚丙烯酸钠/%	明胶/%	明胶多肽/%
1	3	0.10	2	3
2	3	0.15	3	5
3	3	0.20	4	7
4	5	0.10	3	7
5	5	0.15	4	3
6	5	0.20	2	5
7	7	0.10	4	5
8	7	0.15	2	7
9	7	0.20	3	3

表 7 正交实验结果

组号	感官评分/分	最佳煮制时间/min	面条吸水率/%	面汤浊度	硬度/g	黏性	弹性	内聚性	胶着性/g	咀嚼性/g	回复性	最大剪切力/g
1	92	12.5	140	0.017	96.565	-0.916	0.874	0.465	44.937	39.269	0.16	106.349
2	84	11	123	0.039	94.013	-1.411	0.871	0.333	31.314	27.261	0.18	68.17
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	79	10.5	119	0.047	64.235	-1.32	0.531	0.337	21.655	11.498	0.11	51.048
5	89	13	132	0.029	71.254	-0.777	0.532	0.075	5.361	2.851	0.086	74.976
6	90	12.5	125	0.027	87.1	-1.594	0.711	0.275	23.995	17.058	0.145	78.805
7	82	10.5	129	0.042	57.109	-3.323	0.676	0.119	6.772	4.581	0.109	54.344
8	80	12	127	0.037	63.49	-1.838	0.769	0.294	18.689	14.38	0.109	59.768
9	87	12.5	137	0.032	78.911	-2.572	0.69	0.098	7.724	5.33	0.088	63.171

注:“—”表示该组合面条不能成型。

由表 7 可见,所有实验组中,第一组的感官评分、面条吸水率、硬度、弹性、内聚性、咀嚼性及最大剪切力最大,面汤浊度最小,入口爽滑、有嚼劲、玉米特色味十足,综合各项指标,面条品质最好,且其改良剂用量最小,故第一组为最佳组合,其改良剂添加量分别为:谷朊粉 3%、聚丙烯酸钠 0.10%、明胶 2%、明胶多肽 3%。谷朊粉、聚丙烯酸钠、明胶和明胶多肽这四种改良剂从不同角度以不同的机理对玉米面条的品质进行了改良,其各方面指标均优于未添加改良剂的玉米面条,且面团更易形成,面条从感官品质、蒸煮特性及物性分析方面,都有了明显的改善。与常用的小麦粉改良剂聚丙烯酸钠相比,明胶和明胶多肽也显现出了其对玉米面条品质改良的优势,混合使用效果更佳,但过量使用小麦粉改良剂会适得其反,导致玉米面条品质下降。

3 结论

谷朊粉、聚丙烯酸钠、明胶和明胶多肽这四种改良剂对玉米面条都可起到品质改良作用。单因素和正交实验结果表明,使用复合改良剂比使用单一改

良剂对玉米面条品质改良作用要明显,且复合改良剂可提高玉米面条营养价值和口感。由正交实验得出复合增稠剂最佳配比为:谷朊粉 3%、聚丙烯酸钠 0.10%、明胶 2%、明胶多肽 3%。

参考文献:

[1]高瑞娟. 2013 年中国玉米市场回顾及 2014 年展望[J]. 中国畜牧杂志, 2014, 50(2): 40-44.

[2]徐俐, 何文光, 王文菊, 等. 不同保鲜剂对湿玉米面条保鲜技术的研究[J]. 农产品加工·学刊, 2006, (7): 44-46.

[3]姜南, 修琳, 刘景圣. 改性玉米粉面条品质特性研究[J]. 食品科学技术学报, 2014, 32(1): 22-26.

[4]林江涛, 郝学飞, 卞科. 在我国开展面粉营养强化应注意的几个问题[J]. 粮食与饲料工业, 2006, 1: 13-15.

[5]Traynham T L, Carriquiry A L. Evaluation of water-holding capacity for wheat-soy flour blends [J]. J Amer Oil Chem. Soc, 2007 (84): 151-155.

[6]黄明智, 黄雅钦, 崔旭红, 等. 明胶的疗效与保健功能及其发展前景[J]. 明胶科学与技术, 2005, 25(1): 4-15.

[7]王灵昭, 陆启玉, 袁传光. 用质构仪评价面条质地品质的研究[J]. 郑州工程学院学报, 2003, 24(3): 29-33.

[8]程晓梅, 程兰萍. 面条品质改良剂的应用研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2008, 29(6): 75-78. ㉞