

玉米馒头品质影响因素研究

邓琦,李再贵

(中国农业大学 食品科学与营养工程学院,北京 100083)

摘要:为研究影响玉米馒头品质的因素,以玉米粉添加量、小麦粉筋力、玉米粉粒度和食用多糖种类为主要因素,在单因素试验基础上进行正交试验。结合主成分分析法,通过馒头质构分析和感官评价实验,考察了上述因素对玉米馒头品质的影响,并对玉米馒头的配方进行了优化。结果表明,使用高筋粉、添加50%玉米粉、玉米粉80目时制作的玉米馒头品质最佳。

关键词:玉米馒头;正交试验;质构特性;感官评价

中图分类号:TS 213.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2016)06-0008-05

Research on the factors affecting the quality of corn - wheat steamed bread

Deng Qi, Li Zai-gui

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083)

Abstract: The effects of addition amount of corn powder, the protein content of wheat flour, the particle size of corn powder and edible polysaccharide on corn - wheat steamed bread were studied by orthogonal experiment based on single factor experiments. The factors were researched by texture analysis and sensory evaluation combined with principal component analysis. The formula of corn - wheat steamed bread was optimized. The results showed that the optimal formula was addition amount of corn powder 50%, the protein content of wheat flour 14%, the particle size of corn powder was 80 eyelet.

Key words: corn - wheat steamed bread; orthogonal experiment; texture properties; sensory evaluation

玉米是我国最重要的粮食作物之一,随着其营养价值逐渐得到认识,玉米加工食品越来越多^[1]。馒头作为我国的传统主食,在我国膳食结构中占有十分重要的地位^[2]。在馒头中添加玉米粉不但历史悠久,而且从食品科学的角度来看,玉米馒头属于粗粮与细粮结合,可以有效地改变膳食结构,缓解肥胖和高血压等现代病^[3]。但由于玉米粉较粗,糊化困难,口感粗^[4],所以目前玉米馒头中玉米粉的添加量都较低。近年来,孙拥军等^[5]研究了在馒头中添加少量玉米淀粉对馒头品质的影响,范阳平等^[6]研究了玉米馒头工艺的优化,但对玉米馒头特别是玉米添加量较高时玉米馒头配方还缺乏较系统的研究。本实验探讨玉米粉添加量,小麦粉面筋强度,玉米粉粒度及食用多糖等4个因素对玉米馒头品质的

影响,优化玉米馒头的配方。

1 材料与方法

1.1 实验材料

玉米粉:内蒙古正隆谷物有限公司;低筋粉(面筋含量 8.5%)、中筋粉(面筋含量 10%)、高筋粉(面筋含量 13%):益海嘉里公司;即发酵母:湖北安琪酵母股份有限公司;白砂糖:北京市糖业烟酒公司;魔芋多糖、黄原胶:河南星诺食品添加剂有限公司。

1.2 实验设备

ES5000 型电子天平:天津市德安特传感技术有限公司;KMM710 型和面机:英国凯伍德 KENWOOD 公司;OMEGA - CV - 5 型电子控制醒发箱:欧美佳(OMEGA)食品机械公司;TA - XT plus 型质构仪:英国 Stable Micro System 公司;WK2102 型电磁炉:广东美的生活电器制造有限公司;不锈钢蒸锅(双层):苏泊尔公司。

收稿日期:2016-05-04

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(201303069)

作者简介:邓琦,1995年出生,女,本科在读。

通讯作者:李再贵,1964年出生,男,教授。

1.3 玉米馒头制备

即发酵母用适量 37 ~ 38 ℃ 温水活化,静置 5 min;以玉米粉和小麦粉质量之和为总重,酵母添加量为 0.66%^[7],糖添加量为 5%,加水量为 75% 玉米粉质量与 56% 小麦粉质量之和。按比例将玉米粉与小麦粉混合,白砂糖和活化后的酵母水溶液倒入和面机内,安装 K 型钩,在 mini 档搅拌 3 min。K 型钩换为 J 型钩,在 mini 档和 1 档依次各搅拌 1 min,2 档搅拌 2 min,3 档搅拌 1 min^[8]。在 37 ℃、相对湿度 75% 的培养箱中一次发酵 1 h。面团揉制 5 min,切分、每个面团 50 g,手工成型面团,在 40 ℃、相对湿度 80% 条件下,二次醒发 50 min,水烧开后,将面团放入蒸笼中,大火蒸制 15 min,关火并焖 3 min 后取出。玉米馒头在室温下冷却 10 ~ 15 min 后进行感官评价,冷却 1 h 后进行质构指标测定^[9]。

1.4 玉米馒头配方的单因素和正交试验

在玉米馒头的配方中,考察了玉米粉添加量(10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%)、玉米粉粒度(60、80、100、120 目)、小麦粉筋力(低筋、中筋、高筋、高筋中筋各 50% 的混合粉)、食用多糖种类(不添加、黄原胶、魔芋多糖)对玉米馒头感官品质的单因素影响。

参照正交试验设计表,根据单因素试验结果,选择玉米粉添加量、玉米粉粒度、小麦粉筋力、食用多糖种类等 4 个因素,设计 4 因素 3 水平正交实验,以优化玉米馒头配方。

1.5 玉米馒头质构测定

沿纵切面,将馒头切成 12.5 mm 厚的薄片,每个馒头取中间 2 片进行测试,每批样品取 2 个馒头做平行试样,结果取 4 次测试的平均值。选用 36 mm 直径圆柱探头,参数设置:TPA 二次挤压程序,压缩距离 12.5 mm,触发力 5 g,测前速度 1.0 mm/s,测后速度 2.0 mm/s,保持时间 5 s,采集速度 200 pps^[10]。测定硬度、黏性、弹性、黏聚性、胶着性、咀嚼性和回复性 7 项指标。

1.6 玉米馒头的感官评价

由 10 名经培训的人员组成评定小组对玉米馒头感官进行评价。评分标准参照 LS/T 10139^[11],结合玉米馒头特性进行适当改进,评分标准如表 1 所示,最终结果取 10 人的平均值。

表 1 玉米馒头感官评分标准

项目	分值	评分标准
色泽	20	颜色亮丽、黄色适中且均匀(15 ~ 20);黄色偏浅或偏深、稍不均匀(10 ~ 15);灰暗不均匀(0 ~ 10)
外观	20	表面光滑、形状均一(15 ~ 20);轻微塌陷、表面微皱、有轻微收缩现象(10 ~ 15);有萎缩、与品种造型不一致(0 ~ 10)
风味	20	有令人愉悦的玉米香味(15 ~ 20);玉米味偏浓或偏淡(10 ~ 15);有面腥味或其他不愉快气味(0 ~ 10)
咀嚼性	20	咀嚼适中、较柔软、易下咽(15 ~ 20);软硬稍有不适(10 ~ 15);咀嚼干硬(0 ~ 10)
内部结构	20	内部孔隙细小均匀(15 ~ 20);孔隙大小不均匀(10 ~ 15);孔隙偏大、分布散乱(0 ~ 10)

1.7 数据处理

采用 Excel 2013 进行数据处理和统计分析,采用 SPSS18.0 进行主成分分析。

2 结果与分析

2.1 玉米粉添加量对玉米馒头品质的影响

用高筋面粉,80 目玉米粉制作玉米馒头考察玉米粉添加量对玉米馒头感官品质的影响。由图 1 可知玉米馒头的感官得分呈先增加后下降的趋势。在玉米添加量为 30% ~ 60% 范围时,玉米馒头的感官评价得分较高。玉米粉添加量较少时,小麦粉的添加量相对较多,虽然馒头的体积较大,硬度较小,但是玉米的风味较淡,色泽较浅,所以评分不高。而玉米粉的添加量过高时,会导致玉米馒头中的面筋含量过低,玉米馒头的硬度过大,咀嚼性差,因此感官评价得分较低。通过以上实验结果,玉米粉添加量为 30% ~ 60% 为佳。

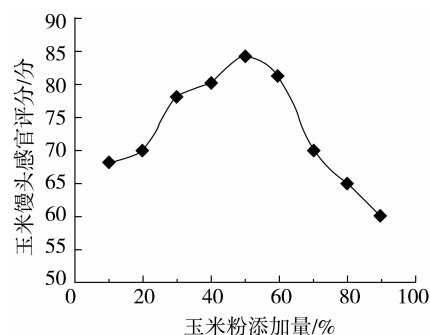


图 1 玉米粉添加量对玉米馒头的感官得分的影响

2.2 小麦粉面筋含量对玉米馒头品质的影响

如图 2 所示,在玉米粉添加量为 30% 条件下,小麦粉的面筋含量越高,玉米馒头的咀嚼性和弹性越好,硬度越低,口感越好。因此,低筋粉不适合于

玉米馒头的加工。

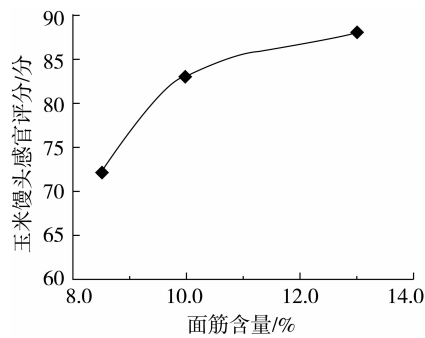


图 2 小麦面粉筋含量对玉米馒头感官品质的影响

2.3 玉米粉粒度对玉米馒头品质的影响

为了考察玉米粉的粒度对玉米馒头品质的影响,按照玉米粉添加量为 30% 和中筋小麦粉的条件下,用 60、80、100、120 目玉米粉制作玉米馒头,进行感官评价,结果如图 3 所示。

由图 3 可知,玉米馒头的感官得分随玉米粉目数增加呈先增加后减少趋势。在玉米粉粒度较大时,由于口感粗糙,影响了玉米馒头的感官得分,而在玉米粉粒度过小时,玉米馒头的质构过于致密,导致馒头的口感较硬,感官评价得分较低。

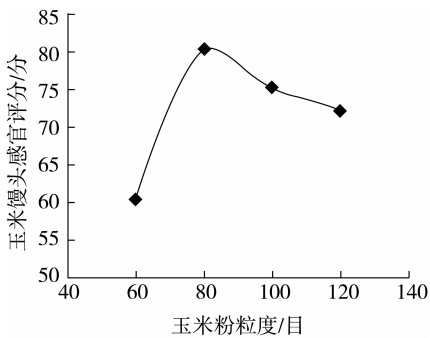


图 3 玉米粉粒度对玉米馒头的感官品质的影响

2.4 玉米馒头品质正交实验设计结果

经过多次单因素实验,确定 4 个因素的 3 个水

平值:玉米粉添加量 A:30% (1),50% (2),70% (3);面粉筋度 B:高筋(1),中筋(2),高中筋 1:1 混合(3);玉米粉目数 C:60 目(1),80 目(2),120 目(3);食用多糖 D:黄原胶(1),魔芋多糖(2),不添加(3)。4 因素 3 水平的正交实验表如表 2 所示:

表 2 正交实验表

处理号	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

何承云^[12]等的研究表明,添加食用多糖也有利于改善馒头的品质,因此正交实验的第四个因素选定为食用多糖,设计了 4 因素 3 水平正交实验,各因素的水平变量分别为:玉米粉添加量 30%、50% 和 70%;面粉筋度:高筋粉 13%、中筋粉 10%、高中筋和中筋混合粉 11.5%;玉米粉目数:60、80 和 100 目;食用多糖种类:添加 0.1% 黄原胶、添加 0.1% 魔芋多糖和不添加食用多糖。

馒头质构指标包括硬度(X_1)、黏性(X_2)、弹性(X_3)、黏聚性(X_4)、胶着性(X_5)、咀嚼性(X_6)和回复性(X_7),测定结果见表 3。方差分析结果, $F=75.833\ 48$, $P=0.00<0.01$,可认为 7 种质构指标存在极显著差异。用 LSD 法,按 0.05 显著水平进行多重比较,将无显著差异的均数归为一类。则质构指标 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_7 的样本均数两两之间均无显著差异, X_5 、 X_6 之间也无显著差异。而 X_1 与 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 之间的样本均数均有极显著差异^[13]。

表 3 玉米馒头的 TPA 测定结果

实验号	硬度	黏性	弹性	黏聚性	胶着性	咀嚼性	回复性
1	2 726.35	-53.081	0.85	0.66	1 806.09	1 536.26	0.31
2	3 862.04	-38.20	0.89	0.70	2 703.40	2 399.77	0.35
3	3 494.55	-24.32	0.83	0.57	2 008.96	1 676.00	0.27
4	2 451.96	-9.581	0.96	0.72	1 763.16	1 691.53	0.39
5	5 662.71	-37.61	0.86	0.67	3 801.42	3 260.62	0.34
6	3 806.09	-57.82	0.77	0.53	2 026.26	1 556.12	0.24
7	6 797.63	-146.41	0.75	0.46	3 107.54	2 343.09	0.19
8	5 414.12	-124.44	0.75	0.57	3 086.08	2 323.04	0.26
9	6 361.26	-58.85	0.87	0.51	3 235.25	2 812.47	0.23

因为评价指标较多,且各指标间存在着一定的相关性,所采集得到的质构特性在一定程度上有所重叠,此时采用主成分分析的方法,将多个指标转换为较少的新指标,并且这些新的指标既是互不相关,又能综合反映原指标,从而对9个处理组的玉米馒头进行评定^[14]。

2.5 主成分分析结果

对表3的数据进行标准化处理,消除各指标的纲不同可能带来的影响,采用SPSS18.0软件进行主成分分析。通过对各因子的方差贡献率进行计算,提取出两个主成分因子。从表4中可知,第一主成分(Z_1)的方差贡献率为61.76%;第二主成分(Z_2)的方差贡献率为29.31%,二者累积方差贡献率为91.07%,包含了样品中绝大多数信息,能反映玉米馒头样品的整体信息。

表4 主成份提取和贡献率

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差%	累积/%	合计	方差/%	累积/%
1	4.324	61.765	61.765	4.324	61.765	61.765
2	2.051	29.307	91.072	2.051	29.307	91.072
3	0.438	6.252	97.324			
4	0.173	2.476	99.800			
5	0.013	0.188	99.988			
6	0.001	0.009	99.997			
7	0.000	0.003	100.000			

通过计算因子载荷,得出各指标对主成分的贡献率的大小,进而得到各质构指标对于两个主成分因子的特征根和特征向量(表5)。对于第一主成分,硬度的载荷最大,其次是黏性、弹性、黏聚性、胶着性和回复性,而咀嚼性的载荷最小。其中黏性、弹性、黏聚力、恢复性与第一主成分呈正相关,硬度、胶着性、咀嚼性与之呈负相关,说明第一主成分较大

表5 玉米馒头质构指标主成分因子特征根及特征向量

主成分因子	Z_1	Z_2
特征根	4.324	2.051
贡献率/%	61.765	29.307
累积贡献/%	61.765	91.072
硬度	-0.915	0.377
黏性	0.857	0.205
弹性	0.795	0.438
黏聚性	0.856	0.398
胶着性	-0.674	0.731
咀嚼性	-0.471	0.879
回复性	0.843	0.459

时,玉米馒头的硬度较低而黏性、回复性较高,馒头的品质较好。对于第二主成分,贡献值最高的为胶着性和咀嚼性,其中咀嚼性的载荷最大,所有指标均与第二主成分呈正相关关系,说明第二主成分较大时,胶着性、咀嚼性、弹性和回复力较大,但硬度黏性也较大。

根据表5中主成分的特征向量可以构建主成分与玉米馒头各品质指标之间的线性关系式:

$$Z_1 = -0.915X_1 + 0.857X_2 + 0.795X_3 + 0.856X_4 - 0.674X_5 - 0.471X_6 + 0.843X_7 + 0.843X_7$$

$$Z_2 = 0.377X_1 + 0.205X_2 + 0.438X_3 + 0.398X_4 + 0.731X_5 + 0.879X_6 + 0.459X_7。$$

以2个主成分 Z_1 、 Z_2 与其方差贡献率构建出馒头品质的综合评价模型 $Z = 0.68Z_1 + 0.32Z_2$ 。

2.6 玉米馒头品质最佳配比

运用主成分分析建立的综合评价模型,并进行分析,得到正交试验结果如表6所示。由表可知,影响玉米馒头品质的因素为 $A > B > D > C$ 。因素A(玉米粉添加量)的影响程度最大,其3个水平变量平均得分为:1(30%)>2(50%)>3(70%);其他3个因素的各水平平均得分为:B(小麦粉筋力):1(高筋)>2(中筋)>3(高中筋混合),C(玉米粉目数):2(80目)>1(60目)>3(120目),D(食用多糖):3(不添加)>1(0.1%黄原胶)>2(0.1%魔芋多糖)。9组处理中,得分最高的为第4组,同时,第4组的7项指标除咀嚼性外也都优于其他组,尤其是黏性明显优于其余8组,由此说明第4组 $A_2B_1C_2D_3$,即玉米粉添加量为50%,小麦粉筋度为高中筋混合、玉米粉目数为80目、不添加食用多糖为本实验的最优实验组。

表6 玉米馒头正交试验结果

试验 编号	因素				总分
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	4.207
2	1	2	2	2	3.637
3	1	3	3	3	2.047
4	2	1	2	3	9.112
5	2	2	3	1	-0.449
6	2	3	1	2	-0.881
7	3	1	3	2	-8.855
8	3	2	1	3	-4.831
9	3	3	2	1	-3.988
K1	4.946	1.488	-0.502	-0.077	
K2	2.594	-1.643	2.920	-2.033	
K3	-5.891	-2.822	-2.419	2.109	
R	10.837	4.310	3.422	4.142	

第 4 组的 B、C、D 三个因素均为平均分最高的水平变量,但 A 因素不是平均分最高的 30% 玉米添加量,而是 50% 玉米添加量。由此说明,在多因素影响下,不能得出玉米粉添加量越低,玉米馒头的质构品质越好的结论。面筋是面团的骨架,是由小麦粉中特有的麦醇溶蛋白和麦谷蛋白在面团揉制过程中伸展成条状,两种蛋白以二硫键连接,形成小麦粉特有的网络结构,脂肪、糖类、淀粉和水都包含在面筋骨架的网络之中^[15]。玉米粉的添加,其中的蛋白质可能阻碍面筋网络的形成,使面筋的弹性和延展性变差,导致馒头的气室减小,因而硬度增加,咀嚼性增加^[16]。

2.7 感官评价

对 9 种不同配方的玉米馒头进行感官评价,结果如表 7 所示。经分析可发现,感官评价结果与质构指标测定结果有较好的一致性,相关系数 $R = 0.810$ 。同时,由于质构仪测定结果主要反映玉米馒头感官的物理指标,不能很好的评价其味觉、气味等化学感受,感官评价在此方面也有很好的补充^[17]。

将对 9 种配比玉米馒头的质构结果评分与感官评价得分进行对比分析,发现 50% 玉米粉添加量的玉米馒头平均得分最高。进一步考察发现 50% 玉米添加量的玉米馒头颜色、孔隙和风味优于其他组,这一结果说明 50% 玉米粉添加量的馒头色泽和玉米风味是感官评价者最喜爱的;较好的孔隙结构也印证了质构测定的结果。

表 7 玉米馒头感官评价结果 分

组别	颜色	外观	孔隙	风味	咀嚼性	总分
1	15.2	15.6	13.3	13.0	14.5	71.6
2	15.3	15.7	10.9	13.1	15.0	70
3	15.3	16.1	10.6	13.5	16.5	72
4	16.2	16.5	14.3	15.5	15.5	78
5	16.6	17.1	14.2	14.6	14.5	77
6	16.2	16.3	11.2	14.2	13.0	70.9
7	13.0	13.1	11.1	11.3	11.5	60
8	12.5	12.9	10.9	11.5	11.5	59.3
9	12.0	12.3	9.5	11.0	10.5	55.3

3 结论

在单因素试验基础上,以馒头质构及感官评价结果作为评判依据,对玉米粉添加量、小麦粉筋力、

玉米粉粒度和食用多糖种类进行正交试验,发现玉米粉添加量为 50%,小麦粉使用高筋粉,玉米粉 80 目、不添加食用多糖时,制作的玉米馒头的品质最佳。

添加玉米粉的玉米馒头具有良好的质构和感官特性,提升了传统馒头的营养品质,改善了风味。同时,本实验结果证明玉米粉添加量可达 50%,提供了较高添加量玉米馒头生产的可能性。

参考文献:

[1] 蒋弘,刘永澎. 玉米深加工项目 100 项[M]. 北京:科学技术文献出版社,1999.

[2] 丁长河,戚光册,侯丽芬,鲁慧芳,李里特. 传统老酵头馒头的品质特性[J]. 中国粮油学报,2007,22(3):17-22.

[3] 陆新国,中医饮食保健学[M]. 北京:中国纺织出版社,2001.

[4] 肖安红,潘从道,夏芬,王娟. 添加玉米微粉馒头的实验研究[J]. 粮食与饲料工业,2004(2):17-19.

[5] 孙拥军,彭辉,薪憬. 添加玉米粉对馒头品质的影响[J]. 中国农学通报,2012,28(3):295-299.

[6] 范阳平,江胜龙,黄冰冰,高海燕. 玉米馒头优化工艺的研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(29):18241-18243.

[7] 苏东民,胡丽花,苏东海,辛秀兰. 酵母添加量和发酵时间对馒头品质的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(11):73-77.

[8] 刘长虹,徐婧婷,牛芳方,钱志海. 质构仪与自制硬度仪测定馒头结果相关性分析[J]. 粮油加工,2008(4):94-96.

[9] 王显伦,刘继兴,刘莹,谢巍. 馒头生产工艺技术研究[J]. 郑州粮食学院学报,1998,19(03):70-74.

[10] 张国权,叶楠,张桂英,罗勤贵. 馒头品质评价体系构建[J]. 中国粮油学报,2011,26(7):11-16.

[11] LS/T 10139—1993,馒头用小麦粉,附录 A 制品(馒头)制作与评分[S].

[12] 何承云,李向阳,张永生. 黄原胶对馒头质构影响的研究[J]. 食品工业科技,2010,31(5):313-315.

[13] 裴鑫德. 多元统计分析及应用[M]. 北京:北京农业大学出版社,1991:158-163.

[14] 杨泽敏,王维金,周竹青. 5 个早籼品种不同播种期米质性状的主成分分析[J]. 生物数学学报,2003,18(4):491-496.

[15] 王怡然,王金水,赵谋明,涂海峰. 小麦面筋蛋白的组成、结构和特性[J]. 食品工业科技,2007,28(10):228-231.

[16] 冯世德,孙太凡. 玉米粉对小麦面团和馒头质构特性的影响[J]. 食品科学,2013,34(1):101-104.

[17] 何新益,汪姣,任小青,杜先锋,程莉莉. 花色馒头的制备及质构特性主成分分析[J]. 中国粮油学报,2011,26(7):109-112.

