

豆渣馒头加工工艺研究

李波, 芦菲, 王东玲, 孙俊良

(河南科技学院 食品学院, 河南 新乡 453003)

摘要:研究了豆腐渣粉、谷朊粉、酵母添加量对馒头感官品质和质构特性(TPA)的影响,通过单因素和正交试验确定豆渣馒头的最佳工艺条件,并采用环境扫描电镜研究豆渣馒头的微观结构。结果表明:小麦面粉85 g、豆腐渣粉15 g、谷朊粉1 g、活性干酵母0.6 g、发酵时间120 min时制作的豆渣馒头具有良好的品质和口感。电镜分析显示,豆渣粉的加入影响了面筋网络结构的形成,添加谷朊粉能够改善面筋网络结构,优化产品品质。

关键词:豆腐渣;馒头;感官品质;质构特性

中图分类号:TS209

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2011)06-1011-06

Processing Technology of Steamed Bread Made with Bean Curd Residue

LI Bo, LU Fei, WANG Dong-ling, SUN Jun-liang

(School of Food Science, Henan Institute of Science and Technology, Xinxing 453003, Henan, China)

Abstract: Bean curd residue (BCR) is the by-product of tofu and soybean milk manufactures. It contains 36.2% dietary fiber and 17.8% protein, and can improve the nutritional value when adding it into steamed bread. The objective of this paper was to assess the sensory qualities and textural properties of steamed breads made with BCR addition at different levels. The effects of the addition amounts of BCR powder, gluten and yeast on the sensory qualities, specific volume and texture profile analysis (TPA) properties of steamed breads prepared with traditional method were investigated. Based on single factor and orthogonal experiment, the optimal technical parameters for steamed bread were wheat flour 85 g, BCR powder 15 g, gluten 1 g, yeast 0.6 g, and fermentation time 120 min. The steamed bread made with these conditions had good sensory and textural qualities. The observation of environmental scanning electron microscope (ESEM) of steamed breads showed that the addition of BCR had negative effect on gluten network and influenced the water absorption and gelatinization of starch for the stronger hydroscopicity of BCR. Adding gluten powder could improve gluten network and increase the gas retention ability, as a result many bigger gas pores were kept in steamed bread. The results of this study demonstrate that replacing part of wheat flour with BCR to make steamed bread was a potential effective way for utilizing BCR.

Key words: Bean curd residue; Steamed bread; Sensory quality; TPA

豆腐渣(Bean curd residue, BCR)是生产豆腐、豆浆等的副产物。每加工1 kg大豆,约产生1.2 kg鲜豆腐渣。据推测,我国每年约产生280万t鲜豆腐渣。鲜豆腐渣含水量高,容易腐败变质,因此除少部分用作饲料外,大部分豆腐渣都被作为废弃物处理,既浪费资源,又污染环境^[1]。干豆腐渣富含膳食纤维和蛋白质,具有很高的营养保健价值,经测定,豆腐渣粉含水量为6.7%,膳食纤维含量为36.2%,蛋白质含量为17.8%,矿物元素中钾含量较高($9.4 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$),钠含量很低($0.9 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$),还富含钙、镁、铁、锌等营养元素^[2]。将豆渣应用于食品加工是豆渣综合利用的有效途径之一^[3,4]。该试

验用干豆腐渣替代部分面粉来制作馒头,研究干豆腐渣粉、谷朊粉、酵母添加量对馒头品质的影响,并对豆渣馒头的加工工艺进行了研究,确定最佳的工艺条件,以期对豆腐渣的开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

鲜豆腐渣由河南老磨坊小宝豆业有限公司提供,经冷冻干燥后粉碎,过80目筛,得豆腐渣粉(简称豆渣粉)。小麦粉、谷朊粉:郑州海嘉食品有限公司。酵母:安琪股份有限公司。

收稿日期:2011-08-07

基金项目:河南省重点科技攻关项目(102102110031)。

第一作者简介:李波(1973-),男,博士,副教授,研究方向为功能性食品。E-mail: libowuxi@yahoo.com.cn。

1.2 试验仪器

LG18 型冷冻干燥机:北京四环科学仪器厂;BS124S 型电子天平:赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;TA-XT PLUS 物性测定仪:英国 SMS 公司;Quanta 200 环境扫描电子显微镜:美国 FEI 公司。

1.3 试验方法

1.3.1 豆渣粉添加量试验 准确称取 5、10、15、20、25、30、35、40 g 豆渣粉,分别加入 95、90、85、80、75、70、65、60 g 小麦面粉,混合均匀后将 0.6 g 酵母粉温水溶解后加入,加温水和面至面团不黏手、有弹性、表面光滑为止。和好的面团在 37℃ 发酵 120 min,然后将其揉搓成大小均匀、表面光滑的馒头坯,在 37℃ 醒发 10 min。醒发后的生面坯放入沸水蒸锅中蒸 25 min 后取出冷却,即得豆渣馒头成品。对照(CK)不添加豆渣粉。

1.3.2 谷朊粉添加量试验 向 75 g 小麦面粉和 25 g 豆渣粉混合物中分别添加 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 g 谷朊粉,混合均匀后将 0.6 g 酵母粉温水溶解后加入,对照不添加谷朊粉,其余方法同“1.3.1”。

1.3.3 酵母添加量试验 75 g 小麦面粉和 25 g 豆渣粉混合均匀后,分别加入 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 g 经温水溶解的酵母粉,其余方法同“1.3.1”。

1.4 评价项目与方法

1.4.1 馒头品质的感官评定 感官评定小组由 10 位事先经过训练的人员组成,参照李里特等^[5]制订的评分标准稍作修改后对样品进行感官评价(表 1)。

表 1 豆渣馒头的感官评分标准

Table 1 Sensory test standard of steamed bread

项目 Item	评分标准 Rating standard
外观形状 Appearance(15 分)	表面光滑、对称、挺立
结构 Structure(15 分)	纵剖面气孔小而均匀
弹性 Elasticity and tenacity(20 分)	手指按后复原性好,有咬劲
黏性 Viscidity(15 分)	咀嚼时爽口不黏
风味 Flavor(5 分)	具有豆香、无异味
色泽 Color(10 分)	浅黄、橙黄

1.4.2 馒头比容测定 馒头蒸熟冷却 1 h 后,用电子天平称其质量,用小米替换法^[6]测定馒头体积,馒头比容($\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$) = 馒头体积(mL) / 馒头质量(g)。比容 $\geq 2.30 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 时为满分(20 分),每减少 $0.1 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 扣 1 分。

1.4.3 TPA(texture profile analysis)质构特性测定

取室温下冷却 24 h 后的馒头中心部分,切取 3 个 $25 \times 25 \times 25 \text{ mm}$ 的正立方体,将其放在质构仪上在 TPA 模式下采用 P50 探头进行压缩试验。测试参数为测试前探头的下降速度 $2 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$;测试中探头的下降速度 $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$;测试后探头的返回速度 $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$;压缩程度 30%;感应力 10 g;每秒获得的点数 400 pps;两次压缩的时间间隔 5 s。由 TPA 曲线可得到硬度、粘着性、弹性、粘聚性、胶着性、咀嚼性和回复性等质构指标。

1.4.4 扫描电镜观测 馒头冷却至室温后,取小块馒头内瓤,切成 1 mm 厚的薄片,用银粉导电胶黏贴在样品台上,用洗耳球吹去样品表面粉末,然后用环境扫描电镜进行观测。

1.5 数据分析

应用统计软件 DPS ver 9.5 分析数据。

2 结果与分析

2.1 豆渣粉添加量对馒头品质的影响

由表 2 可知,添加豆腐渣粉后,馒头的品质有一定程度的下降。当豆渣粉添加量为 $5 \sim 25 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ 时,馒头的综合评分相差不大。当豆渣粉添加量超过 $25 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ 时,综合评分明显降低,表现为馒头比容显著减小,馒头表皮粗糙,内部气孔不均匀,弹性差,食用者难以接受。综合考虑,豆渣粉的添加量以 $25 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ 为宜,此时的馒头内部气孔小且均匀,有浓郁的豆香味,综合评分接近纯面粉馒头(CK)。

感官评价具有较强的主观性,质构分析能避免人为因素的影响,将二者结合起来能够更准确地评价产品品质。TPA 质构测试是通过模拟人体口腔的咀嚼运动,对固体、半固体样品进行两次压缩,它是目前测试食品物理品质常用的方法^[7]。表 3 显示,随着豆渣粉添加量的增多,馒头的弹性、黏聚性、回复性逐渐降低,黏着性逐渐增加;硬度、胶着性、咀嚼性呈波浪形变化趋势,豆渣粉添加量在 $20 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ 时三者达到最大值。综合感官评定和质构分析的结果,豆渣粉的添加量以 $25 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ 为宜。

表 2 豆腐渣粉添加量对馒头品质的影响

Table 2 Effect of addition of bean curd residue on the quality of steamed bread

豆渣粉添加量 BCR level/g·100g ⁻¹	比容 Specific volume	外观 Appearance	结构 Structure	弹韧性 Elasticity and tenacity	黏性 Viscosity	风味 Flavor	色泽 Color	综合评分 Total score
0	20.0±0.1	12.0±2.0	12.0±1.3	17.0±2.6	11.0±1.8	3.0±1.0	9.0±0.4	84.0±1.9
5	20.0±0.1	12.8±1.3	11.8±1.0	16.0±2.0	13.0±1.3	3.5±0.9	7.9±1.0	85.0±4.6
10	19.0±0.2	13.3±1.4	12.8±1.3	15.5±2.6	12.3±1.4	3.0±0.4	7.7±1.0	83.6±6.1
15	18.0±0.1	12.3±1.7	12.5±1.9	15.5±2.6	12.3±1.3	3.2±0.21	7.8±1.4	81.6±6.4
20	17.0±0.0	12.0±1.8	13.0±2.1	14.8±2.8	12.8±2.3	3.0±0.1	8.1±1.5	80.7±5.8
25	17.0±0.2	12.0±2.4	12.5±1.9	14.0±3.0	11.8±1.8	3.3±0.3	7.9±1.2	78.5±5.8
30	13.0±0.1	10.0±1.8	11.3±2.7	12.0±4.0	11.0±2.4	3.1±0.4	7.1±0.8	67.6±7.5
35	11.0±0.1	9.0±2.1	9.0±1.5	10.0±4.2	8.0±2.4	2.5±0.9	6.0±1.6	55.5±6.1
40	10.0±0.2	9.0±2.6	7.0±3.1	9.0±4.3	8.0±3.1	2.5±0.9	6.0±1.7	51.5±9.4

表 3 豆腐渣粉添加量对馒头 TPA 的影响

Table 3 Effect of addition of bean curd residue on TPA of steamed bread

豆渣粉添加量 BCR level/g·100g ⁻¹	硬度 Hardness/g	黏着性 Adhesiveness/gs	弹性 Springiness	黏聚性 Cohesiveness	胶着性 Gumminess/g	咀嚼性 Chewiness/g	回复性 Resilience
0	3436±180	0.79±0.14	0.73±0.04	0.48±0.06	1988±200	1435±176	0.18±0.03
5	2361±196	0.90±0.12	0.80±0.05	0.35±0.19	858±328	695±250	0.13±0.08
10	3605±186	1.22±0.13	0.76±0.03	0.34±0.05	1209±209	919±172	0.13±0.02
15	3606±109	1.52±0.12	0.75±0.02	0.38±0.05	1404±61	1047±81	0.15±0.02
20	5514±307	1.13±0.19	0.67±0.02	0.30±0.02	1701±163	1143±112	0.12±0.01
25	4402±433	2.38±0.20	0.60±0.01	0.33±0.01	1437±187	870±126	0.12±0.00
30	4564±434	14.6±0.25	0.49±0.12	0.28±0.02	1260±184	610±143	0.09±0.01
35	4013±445	47.3±1.26	0.39±0.08	0.27±0.02	1098±170	428±125	0.08±0.02
40	3740±471	100.0±5.65	0.38±0.01	0.22±0.01	825±57	314±28	0.06±0.06

2.2 谷朊粉添加量对馒头品质的影响

由表 4 可知,加入谷朊粉后,馒头的比容、弹韧性、风味和结构评分有所提高,在0.5~1.5 g·100g⁻¹添加范围内,做出的馒头内部气孔细密均匀,口感柔软且粗糙感降低,同时馒头表皮皱褶现象也有所改善。究其原因可能是谷朊粉增加了面团的面筋含量,使之形成一种富有黏弹性的三维网络结构,进而改善馒头的品质。但当谷朊粉添加量超过 2.0 g·100g⁻¹时,形成的面筋网络结构过于致密,导致发酵面团太硬,不易起发,造成持气性减弱从而使馒头的体积变

小,且馒头表皮皱缩,颜色发黑,硬度增大。

质构分析结果如表 5 所示,随着谷朊粉添加量的增加,馒头的硬度、胶着性和咀嚼性总体呈先减小后增加的变化趋势,而黏着性逐渐增加。其原因可能是少量的谷朊粉能与面粉中的蛋白质相互作用改善馒头的品质,过量的谷朊粉容易引起面团发硬,面筋网络结构过于致密,蒸制时不易形成气孔。综合考虑感官评定和质构分析的结果,谷朊粉的添加量以 1.0 g·100g⁻¹为宜。

表 4 谷朊粉添加量对馒头品质的影响

Table 4 Effect of addition ratio of gluten on the quality of steamed bread

谷朊粉添加量 Gluten addition/g·100g ⁻¹	比容 Specific volume	外观 Appearance	结构 Structure	弹韧性 Elasticity and tenacity	黏性 Viscosity	风味 Flavor	色泽 Color	综合评分 Total score
0	17.0±0.2	12.0±2.4	12.5±1.9	14.0±3.0	11.8±1.8	3.3±0.3	7.9±1.2	78.5±5.8
0.5	17.0±0.1	12.8±1.3	12.5±2.7	15.0±3.2	11.3±1.9	3.6±0.8	7.5±1.6	79.7±8.1
1.0	17.3±0.1	11.8±1.4	12.8±2.4	15.9±3.4	11.6±2.0	3.5±0.6	7.8±1.5	80.5±8.1
1.5	17.2±0.1	10.9±0.7	11.9±2.3	15.8±2.2	11.3±2.0	3.8±0.8	7.9±1.4	79.0±6.4
2.0	16.9±0.1	10.8±2.6	11.0±3.5	13.0±3.9	11.5±3.3	4.6±1.1	7.8±2.3	75.5±5.7
2.5	16.8±0.0	11.3±1.5	10.5±2.8	12.3±2.5	11.0±2.3	4.2±0.8	7.4±1.6	73.5±7.5

表 5 谷朊粉添加量对馒头 TPA 的影响

Table 5 Effect of addition ratio of gluten on TPA of steamed bread

谷朊粉添加量 Gluten addition/g·100g ⁻¹	硬度 Hardness/g	黏着性 Adhesiveness/gs	弹性 Springiness	黏聚性 Cohesiveness	胶着性 Gumminess/g	咀嚼性 Chewiness/g	回复性 Resilience
CK	5514 ± 307	1.13 ± 0.19	0.67 ± 0.02	0.30 ± 0.02	1701 ± 163	1143 ± 112	0.12 ± 0.01
0.5	5028 ± 541	0.99 ± 0.20	0.62 ± 0.02	0.35 ± 0.02	1745 ± 62	1087 ± 78	0.13 ± 0.01
1.0	5171 ± 472	1.23 ± 0.12	0.62 ± 0.03	0.33 ± 0.01	1688 ± 222	1048 ± 93	0.12 ± 0.01
1.5	3505 ± 672	13.99 ± 0.15	0.62 ± 0.02	0.33 ± 0.04	1168 ± 338	716 ± 188	0.12 ± 0.02
2.0	4417 ± 716	16.65 ± 0.27	0.62 ± 0.02	0.34 ± 0.01	1497 ± 300	930 ± 161	0.12 ± 0.01
2.5	4276 ± 628	23.04 ± 0.52	0.68 ± 0.03	0.32 ± 0.04	1401 ± 492	940 ± 307	0.13 ± 0.02

2.3 酵母添加量对馒头品质的影响

由表 6 可以看出,随着酵母添加量的增加,馒头比容逐渐增大,酵母添加量为 0.6 g·100g⁻¹ 时,综合评分达到最大值。当酵母添加量较小时,醒发结束时面筋网络结构尚未形成,馒头发硬,比容小,表面粗糙,且有小气泡存在。当酵母添加量超过 1.0 g·100g⁻¹ 时,馒头酵母味重,结构松软、无咬劲,爽口

性差,这是由于发酵过快、产气过多造成的。表 7 显示,酵母添加量为 0.4 g·100g⁻¹ 时硬度、胶着性、咀嚼性达到最小值,黏着性在 0.8 g·100g⁻¹ 时达到最小值,弹性、黏聚性、回复性在 0.2 g·100g⁻¹ 时达到最小值。综合感官评定和质构分析的结果,酵母添加量以 0.6 g·100g⁻¹ 为宜。

表 6 酵母添加量对馒头品质的影响

Table 6 Effect of addition ratio of yeast on the quality of steamed bread

酵母添加量 Yeast addition/g·100g ⁻¹	比容 Specific volume	外观 Appearance	结构 Structure	弹韧性 Elasticity and tenacity	黏性 Viscosity	风味 Flavor	色泽 Color	综合评分 Total score
0.2	15.0 ± 0.1	8.5 ± 1.1	10.8 ± 2.5	14.5 ± 4.1	11.0 ± 2.6	4.0 ± 1.1	7.4 ± 2.1	71.2 ± 9.1
0.4	14.0 ± 0.0	12.0 ± 2.5	10.8 ± 2.9	14.5 ± 4.0	10.8 ± 2.6	3.9 ± 0.9	7.4 ± 2.1	73.4 ± 12.3
0.6	15.0 ± 0.1	11.8 ± 3.1	11.8 ± 2.6	14.8 ± 4.4	10.5 ± 2.7	3.4 ± 0.5	7.2 ± 2.2	74.5 ± 13.4
0.8	16.0 ± 0.0	11.0 ± 3.2	11.8 ± 3.0	13.8 ± 3.7	11.0 ± 2.8	3.3 ± 0.4	7.2 ± 2.4	74.1 ± 12.2
1.0	17.0 ± 0.1	9.5 ± 3.0	10.5 ± 2.7	13.3 ± 3.1	10.7 ± 2.4	3.2 ± 0.3	7.6 ± 2.0	71.8 ± 10.0

表 7 酵母添加量对馒头 TPA 的影响

Table 7 Effect of addition ratio of yeast on TPA of steamed bread

酵母添加量 Yeast addition/g·100g ⁻¹	硬度 Hardness/g	黏着性 Adhesiveness/gs	弹性 Springiness	黏聚性 Cohesiveness	胶着性 Gumminess/g	咀嚼性 Chewiness/g	回复性 Resilience
0.2	5180 ± 380	7.47 ± 0.00	0.59 ± 0.01	0.31 ± 0.01	1602 ± 71	944 ± 30	0.12 ± 0.00
0.4	3976 ± 729	7.48 ± 0.01	0.62 ± 0.02	0.33 ± 0.00	1318 ± 244	822 ± 174	0.12 ± 0.00
0.6	4126 ± 510	10.24 ± 0.02	0.61 ± 0.01	0.36 ± 0.00	1483 ± 196	904 ± 112	0.13 ± 0.00
0.8	4353 ± 502	6.11 ± 0.03	0.63 ± 0.00	0.33 ± 0.02	1432 ± 105	902 ± 67	0.12 ± 0.01
1.0	5047 ± 150	8.28 ± 0.01	0.61 ± 0.02	0.32 ± 0.01	1606 ± 88	977 ± 21	0.15 ± 0.00

2.4 正交试验

在单因素试验的基础上,采用四因素三水平正交试验对工艺参数进行优化,结果见表 8 和 9。表 9 显示,影响豆渣馒头品质的因素为 A > B > C = D,即豆渣粉添加量对馒头品质影响最大,谷朊粉添加量次之,酵母添加量与发酵时间影响最小。豆渣馒头生产工艺的最优水平为 A₁B₂C₂D₂,即小麦面粉 85 g、豆渣粉 15 g、谷朊粉 1 g、酵母 0.6 g、发酵时间 120 min。在此条件下制作的馒头呈浅黄色,色泽光亮,表皮光

表 8 因素水平表

Table 8 Factors and levels

	A	B	C	D
水平 Level	豆腐渣粉 BCR /g·100g ⁻¹	谷朊粉 Gluten /g·100g ⁻¹	酵母 Yeast /g·100g ⁻¹	发酵时间 Fermentation time /min
1	15	0.5	0.4	100
2	20	1.0	0.6	120
3	25	1.5	0.8	140

表 9 正交试验结果
Table 9 Result of orthogonal experiment

序号 Number	A	B	C	D	感官指标 Sensory item							综合评分 Total score
					比容 Specific volume	外观 Appearance	结构 Structure	弹韧性 Elasticity and tenacity	黏性 Viscosity	风味 Flavor	色泽 Color	
1	1	1	1	1	13.0	12.0	12.0	15.5	11.0	3.5	8.5	75.5
2	1	2	2	2	15.0	12.0	11.0	15.5	11.5	3.5	8.5	77.0
3	1	3	3	3	15.0	11.0	11.5	14.5	11.0	3.5	8.0	74.5
4	2	1	2	3	13.0	11.0	12.0	15.5	11.0	3.5	8.0	74.0
5	2	2	3	1	14.0	10.5	12.0	14.0	11.0	4.0	8.0	73.0
6	2	3	1	2	12.0	11.5	11.0	14.0	11.0	4.0	7.5	73.0
7	3	1	3	2	13.0	10.5	12.0	14.0	11.0	4.0	7.5	73.0
8	3	2	1	3	12.0	10.5	11.5	14.0	11.5	4.0	7.5	73.0
9	3	3	2	1	13.0	10.0	11.5	14.0	11.5	3.5	7.5	72.0
K1	75.7	74.2	73.8	73.5								
K2	73.3	74.3	74.3	74.3								
K3	72.7	73.2	73.5	73.8								
R	3.0	1.1	0.8	0.8								
最优水平 Optimal levels	A ₁	B ₂	C ₂	D ₂								

滑,气孔细小均匀,弹性高,回弹快,口感爽口、不黏牙,具有豆腐渣特有的清香。

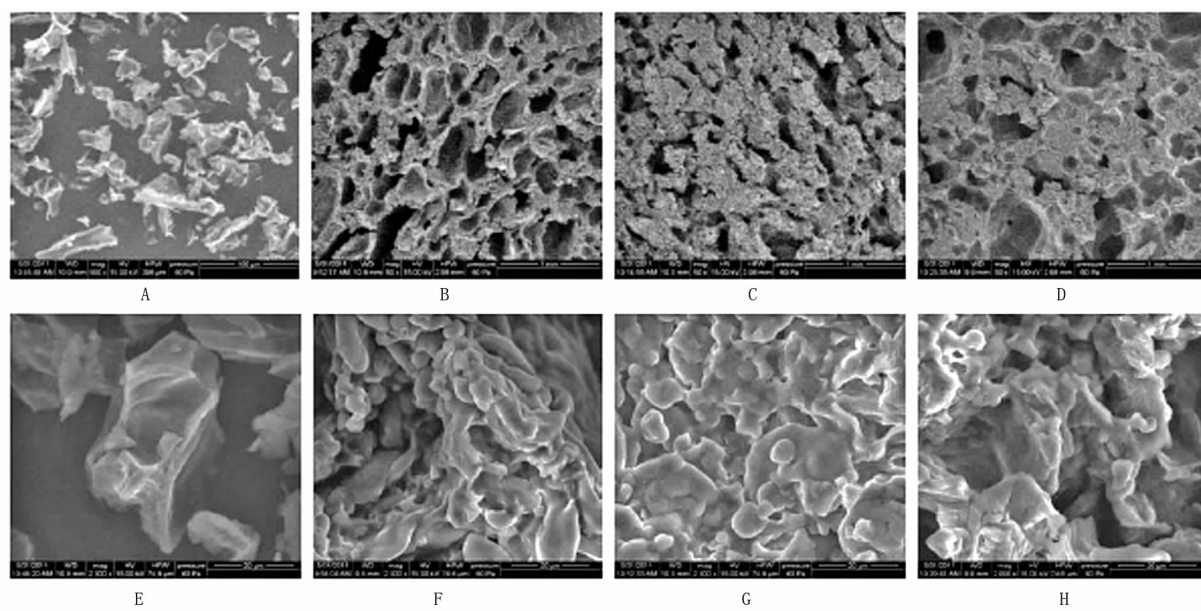
2.5 电镜分析

为了研究豆腐渣和品质改良剂对馒头品质的影响,用环境扫描电镜观测了豆腐渣粉及纯面粉馒头、豆渣粉添加量为 25 g·100g⁻¹和最佳工艺条件下加工的豆渣馒头样品的微观结构。结果显示,豆腐渣粉呈现不规则的片状纤维结构(图 1A 和 E)。由纯面粉制作的馒头气孔较多较大,分布均匀,气孔壁较薄,形成“蜂窝状”的网络结构(图 1B),因而馒头柔软有弹性;用豆渣粉替代 25% 面粉制作的馒头,气孔小,壁厚(图 1C),因而馒头的比容小,弹性差;正交试验最优组制作的馒头气孔较大,但分布不太均匀,气孔壁厚薄不一(图 1D),因而馒头的比容有一定程度的提升,弹性明显得到改善。放大2 000倍的电镜照片显示(图 1F-H),纯面粉馒头的面筋网络结构均匀且疏松(图 1F);添加 25% 豆渣粉的馒头面筋网络结构非常致密,空隙很少(图 1G);正交试验最优组的馒头面筋网络结构有较多的孔洞(图 1H),且图 1G 和 1H 都可观察到豆渣纤维的片状结构。电镜分析结果显示,豆渣粉的加入对面筋网络结构的形成带来一定的负面影响,而且由于豆渣纤维吸水性较淀粉快且强,影响了淀粉充分吸水溶胀及蒸制过程中的糊化,使面筋网络结构不够完善,淀粉糊化不够完全,保持气体能力下降。添加谷朊粉后能够改善面筋网络结构,增强保持气体的能力,因而馒头能形成一定数量的较大气孔。

3 结论与讨论

该试验得出豆渣馒头的最佳制作工艺为:面粉 85 g,豆腐渣粉 15 g,谷朊粉1 g,活性干酵母 0.6 g,发酵时间 120 min。按此条件制作的馒头呈色泽光亮,表皮光滑,弹性好,爽口、不黏牙,具有豆腐渣特有的清香。

馒头是我国人民的传统主食之一,拥有巨大的消费量。随着生活水平的提高,人们对馒头的营养价值也提出了新的要求,添加各种营养物的馒头也应运而生,如添加燕麦麸皮^[8]、米糠^[9]等以增加其膳食纤维含量。与其它膳食纤维添加物相比,豆腐渣不仅膳食纤维含量高,而且蛋白质含量也很高,它所富含的赖氨酸恰好是小麦面粉所缺乏的限制性氨基酸,将其添加到小麦粉中可使馒头的营养价值更为完善。豆腐渣所含的蛋白质不属于面筋蛋白,不能形成面筋网络结构,因此必须适当补充谷朊粉以增加面筋蛋白浓度从而形成较完善的面团结构。膳食纤维主要属于多糖类物质,亲水性较强,在面团形成过程中会与淀粉竞争性争夺水分,影响淀粉的吸水溶胀及糊化。因此,随着豆腐渣添加量的增多,面团配制时的加水量也应适当增加。此外,由于淀粉含量减少,面团的发酵性能也会受到影响,需要调整酵母用量及发酵条件来适应这一变化。总之,在面粉中添加适量豆腐渣来加工馒头,能够提高馒头的营养价值,但需通过添加品质改良剂、调整工艺条件等手段来改善面筋网络结构,促进淀粉糊化,提高馒头保气性,从而增强馒头的可接受性。



A,E:豆腐渣粉;B,F:纯面粉馒头;C,G:豆渣粉添加量为 $25\text{ g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ 的馒头;D,H:正交试验最优组的馒头。A、B、C、D 放大倍数为 50 倍;E、F、G、H:放大倍数为 2 000 倍。

A,E:BCR powder;B,F:steamed bread of wheat flour;C,G:steamed bread of adding $25\text{ g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ BCR powder;D,H:steamed bread of optimal level based on orthogonal experiment. A,B,C,D and E,F,G,H were observed at amplification factors of $\times 50$ and $\times 2000$, respectively.

图 1 豆渣馒头的扫描电镜照片

Fig. 1 Scanning electron micrograph of bean residue steamed bread

参考文献

- [1] 祝团结,郑为完.大豆豆渣的研究开发现状与展望[J].食品研究与开发,2004,25(4):25-28. (Zhu T J,Zheng W W. Soybean residues' state of studying and developing and prospects[J]. Food Research and Development,2004,25(4):25-28.)
- [2] 王东玲,李波,芦菲,等.豆腐渣的营养成分分析[J].食品与发酵科技,2010(4):85-87. (Wang D L,Li B,Lu F,et al. Nutritional analysis of bean curd residue[J]. Food and Fermentation Technology,2010(4):85-87.)
- [3] 涂宗财,李金林,阮榕生,等.利用豆渣生产高活性膳食纤维的研究[J].食品科学,2006,27(7):145-147. (Tu Z C,Li J L,Ruan R S,et al. Study on production of high activity dietary fiber from soybean dregs[J]. Food Science,2006,27(7):145-147.)
- [4] 刘传富,董海洲,刘潇,等.膨化豆渣对面团特性及面包品质影响研究[J].中国粮油学报,2010,25(12):10-13. (Liu C F,Dong H Z,Liu X,et al. Effects of extruded soybean residue on dough characteristics and bread quality of flour[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association,2010,25(12):10-13.)
- [5] 李里特,成晓瑜.添加猪油对馒头品质的改善[J].中国粮油学报,1999,14(1):49-50. (Li L T,Cheng X Y. Improvement of adding pork fat on the quality of steamed bread[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association,1999,14(1):49-50.)
- [6] 胡本琼.面包中比容的测定[J].计量与测试技术,2000(6):10-12. (Hu B Q. Determination of bread specific volume[J]. Metrology and Measurement Technique,2000(6):10-12.)
- [7] 吕军仓,席小艳.质构分析仪在面制品品质评价中的应用[J].粮油加工与食品机械,2006(3):73-74. (Lv C J,Xi X Y. Application of texture analyzer on quality evaluation of flour products[J]. Cereals and Oils Processing,2006(3):73-74.)
- [8] 何雅蔷,刘秀芳,王凤成,等.燕麦麸皮对馒头品质的影响[J].粮食与饲料工业,2010(2):16-18. (He Y Q,Liu X F,Wang F C,et al. A study on influences of oat bran to the quality of steamed bread[J]. Cereal and Feed Industry,2010(2):16-18.)
- [9] 严梅荣,施仰周,杨慧萍,等.添加米糠对馒头品质影响的研究[J].食品科技,2003,28(12):28-30. (Yan M R,Shi Y Z,Yang H P,et al. Study on effects of rice bran addition on the quality of steamed bread[J]. Food Science and Technology,2003,28(12):28-30.)