

麦麸添加量和粒度对饺子皮品质的影响

陶春生^{1,2}, 王克俭², 刘学军¹, 刘玉德¹, 李京赞¹

(1. 北京工商大学材料与机械工程学院, 北京 100048;

2. 北京化工大学机电工程学院, 北京 100029)

摘要: 为了研究麦麸添加量和粒度对饺子皮品质的影响。以饺子粉和不同添加量(1%、3%、5%)及粒度(0.096、0.12、0.18、0.38 mm)的麦麸为原料制成饺子皮, 测试饺子皮的质构特性和蒸煮特性, 并对饺子皮进行感官评价和微观结构进行观察。结果表明, 硬度、胶粘性随着麦麸添加量的增加而显著增加($p < 0.05$), 且随着麦麸粒度的减小而增加; 吸水率随着麦麸添加量的增加而显著增加($p < 0.05$), 且随着麦麸粒度的减小而增加; 蒸煮损失率随着麦麸添加量的增加而显著减小($p < 0.05$), 且随着麦麸粒度的减小而减小; 麦麸可以改善饺子皮口感, 增加饺子皮的麦麸香味, 但饺子皮的颜色、光泽、光滑性等会有所下降; 随着麦麸添加量的增加和粒度的减小, 面筋网络结构更加紧密, 空隙减小。研究表明, 添加 5% 的粒度为 0.12 mm 左右的麦麸时, 感官评价最好, 饺子皮具有较好的综合品质。

关键词: 麦麸, 饺子皮, 质构特性, 蒸煮特性, 感官评价

Effects of the Addition Level and Particle Size of Wheat Bran on the Quality of Dumpling Wrapper

TAO Chun-sheng^{1,2}, WANG Ke-jian², LIU Xue-jun¹, LIU Yu-de¹, LI Jing-zan¹

(1. School of Materials Science and Mechanical Engineering, Beijing

Technology and Business University, Beijing 100048, China;

2. College of Mechanical and Electrical Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: To analyze the effects of amount level(1%、3%、5%) and particle size(0.096、0.12、0.18、0.38 mm) of wheat bran on the quality of dumpling wrappers. Dumpling wrappers were prepared using dumpling flour and wheat bran. The textural properties, cooking properties and sensory evaluation of dumpling wrappers were analyzed, the microstructure was observed. Results showed that the hardness and gumminess of dumpling wrappers were increased significantly with the increased of amount level of wheat bran($p < 0.05$), increased as particle size decreased. Water absorption was increased significantly with the increased of amount level of wheat bran($p < 0.05$), increased as particle size decreased. Cooking loss was decreased significantly with the increased of amount level($p < 0.05$) and decreased as particle size decreased. Sensory evaluation revealed that wheat bran improved the taste of the dumpling wrappers and increased its scent. However, wheat bran decreased the color, luster and smoothness of the dumpling wrappers. The gluten network structure was more compacted and the gap was decreased with the increase of amount level and decrease of particle size. The results indicated that the quality of dumpling wrappers was better when approximately 5% wheat bran was added and particle size was approximately 0.12 mm.

Key words: wheat bran; dumpling wrapper; texture properties; cooking properties; sensory evaluation

中图分类号: TS213.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2019)11-0028-05

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2019.11.006

引文格式: 陶春生, 王克俭, 刘学军, 等. 麦麸添加量和粒度对饺子皮品质的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(11): 28-32.

麦麸为小麦加工面粉的主要副产品, 含有多种营养物质, 如 18 种氨基酸、多种微量元素、丰富的维生素等, 其中膳食纤维占干物质的 35%~50%, 为含量最多的物质^[1]。膳食纤维能促进肠道的蠕动, 清除一些体内的有害物质; 能减少人体对脂肪和糖分的吸收, 并降低胆固醇, 可以预防和治疗便秘、糖尿病、高血压、高血脂及动脉硬化等疾病。根据在水中的

溶解性, 膳食纤维分为不溶性(IDF)和可溶性膳食纤维(SDF), IDF 主要作用为机械蠕动, 而 SDF 具有较强的生理功能^[2]。提取膳食纤维的方法有酶法、化学法、酶-化学法和物理法等, 超微粉碎属于物理方法, 麦麸经过超微粉碎后, 功能特性得到提高, 色泽和风味得到改善^[4]。麦麸作为膳食纤维的主要来源, 已经广泛应用在食品工业中, 如面条^[5-6]、面包^[7]、饼干^[8]

收稿日期: 2018-09-04

作者简介: 陶春生(1975-), 男, 硕士, 讲师, 研究方向: 食品机械及加工, E-mail: taocs163@163.com。

基金项目: 北京市教委科技计划一般项目(KM201810011003); 国家自然科学基金青年项目(51505006)。

及馒头^[9-10]等。

饺子是我国的传统美食之一,具有悠久的历史,因其营养价值高、食用方便以及物美价廉等原因而深受人们喜爱。目前国内外对饺子皮的研究还不多,主要集中在面粉^[11-12]及其他原料^[13-15]、添加剂等^[16-17]对饺子皮品质的影响方面。随着人们膳食理念的转变,消费者对饺子的营养保健功能提出了更高的要求,因而一些学者研究了膳食纤维在饺子皮中的应用,以提高饺子皮的营养保健功能,如张华^[18]研究了米糠纤维和大豆纤维对饺子皮品质的影响,王岸娜^[19]研究了玉米种皮膳食纤维对饺子皮品质的影响;而目前对麦麸膳食纤维在饺子皮中应用的研究还鲜有报道,本研究主要分析麦麸添加量和粒度对饺子皮质构特性、蒸煮特性、感官评价等的影响,以期能够为麦麸在饺子皮中的应用提供参考,为开发具有营养保健功能的饺子皮提供思路。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

饺子粉 中粮面业营销管理(北京)有限公司;麦麸 福之源面业有限公司。

HM502 型家用电动和面机 广东科嘉霖电器制造有限公司;XT-A400 型多功能粉碎机 永康市红太阳机电有限公司;WA-BYM-15SFT 型家用压面机 无锡麦威电器有限公司;EK813-3 kg 型精准电子厨房秤 广东香山衡器集团股份有限公司;TMS-Pilot 型质构仪 美国 FTC 公司;SD-06 型恒温箱 英国 Labplant 公司;C211-SC811 型电磁炉 九阳股份有限公司;120 目标准筛 浙江上虞市道墟张兴纱筛厂。

1.2 实验方法

1.2.1 麦麸及饺子皮的制作 将食用麦麸粉放入多功能粉碎机进行粉碎,粉碎时间 1 min;将麦麸粉依次过 160、120、80、40 目标准筛,得到粒度为 0.096、0.12、0.18、0.38 mm 的细麦麸。

饺子皮的制作参考标准 SB/T 10138-93 中的制方法,用电子称称取饺子粉和一定粒度的细麦麸制成 300 g 混合粉,其中细麦麸添加量分别为混合粉的 0.1%、3%、5%;将 120 g 水和混合粉混合,得到颗粒状的散面团;将散面团放进和面机中搅拌 10 min,其中 1 档和 2 档各 1 min,3 档 8 min,得到搅拌好的湿面团;把湿面团放进密封袋中醒面 30 min;用压面机的第一档压辊轧距将醒好的面团压成面片,将面

片对折再压 1 次;再用压面机的 2~6 档各压 2 次,得到厚度约 1 mm 的薄面片;用饺子皮模具,将薄面片制成直径约 75 mm 的生饺子皮。取 500 mL 的纯净水倒入锅中,用电磁炉将其加热至沸腾,将饺子皮称重后加入沸水中,蒸煮至饺子皮中白芯消失,得到熟饺子皮。

1.2.2 质构的测试 用 50 mL 纯净水缓慢淋洗熟饺子皮 10 s,沥干后测定质构特性。采用 TPA 模式测试质构特性,参数设置为力量感应元量程 100 N、起始力 0.2 N、形变百分量 50%、测试速度 2 mm/s;测得的质构特性包括硬度、胶粘性、弹性、粘附性、内聚性^[15]。每种样品重复做 3 次试验。

1.2.3 蒸煮特性的测试 用 50 mL 纯净水缓慢淋洗熟饺子皮 10 s,淋洗液淋入制作熟饺子皮的锅中,加热锅至锅中水基本蒸发掉;将锅中物质倒进烧杯中,将烧杯放干燥箱中干燥至恒重;测量烧杯中干物质的质量,计算蒸煮损失率;熟饺子皮淋洗后静置 2 min 后称重,计算饺子皮吸水率^[19]。每种样品重复做 3 次试验。吸水率和蒸煮损失率计算公式如下:

$$\text{蒸煮损失率}(\%) = A_2 / A_1 \times 100 \quad \text{式(1)}$$

$$\text{吸水率}(\%) = (A_3 - A_1) / A_1 \times 100 \quad \text{式(2)}$$

式中: A_1 - 生饺子皮质量, g; A_2 - 损失干物质质量, g; A_3 - 熟饺子皮质量, g。

1.2.4 感官评价 感官评价参考饺子用小麦粉 SB/T 10138-93 中的评价标准,具体评价标准如表 1 所示。评价人员由 5 名经过培训的人员组成,得分取 5 个分数的平均值。

1.2.5 微观结构观察 将生饺子皮切成宽约 3 mm,长约 10 mm 左右的样品;将样品充分干燥后用导电胶将观察样品粘在样品平台上,对样品表面喷金后放在扫描电镜下,观察样品的断面并拍照;电压设定为 10 kV,放大倍数为 1000 倍^[12]。

1.3 数据处理

采用软件 SPSS 对实验数据进行均值比较和标准差分析。

2 结果与分析

2.1 对饺子皮质构的影响

如表 2 所示,饺子皮硬度随着麦麸添加量的增加而显著增加,随着麦麸粒度的减小有所增加。膳食纤维含有大量的亲水基物质,具有强的吸水性和持水力,能促进面粉中的面筋蛋白吸水形成面筋网络;麦麸是一种多组分凝胶体,含有戊聚糖等成分,

表 1 感官评价标准

Table 1 Standard of sensory evaluation

项目	分数(分)	评分标准
外观 (20)	颜色	10 白色(8~10); 奶白色、奶黄色(6~8); 黄色、灰色或其他不正常色(1~6)
	光泽	10 光亮(8~10); 一般(6~8); 暗淡(1~6)
	细腻度	10 细腻(8~10); 较细腻(6~8); 粗糙(1~6)
口感 (60)	粘性	15 爽口、不粘牙(10~15); 稍粘牙(5~10); 粘牙(1~5)
	韧性	15 柔软、有咬劲(10~15); 一般(6~10); 较烂(0~5)
	硬度	10 硬度大(8~10); 一般(6~8); 较软(1~6)
	食味	10 麦香味(8~10); 一般(6~8); 无麦香味(1~6)

表2 麦麸添加量及粒度对质构的影响

Table 2 Effects of addition level and particle size of wheat bran on texture

粒度 (mm)	添加量 (%)	硬度 (N)	胶粘性 (N)	内聚性	弹性 (mm)	粘附性 (N·mm)
0.38	0	1.18 ± 0.07 ^f	0.71 ± 0.03 ^f	0.60 ± 0.04 ^a	0.48 ± 0.02 ^a	0.02 ± 0.00 ^a
	1	1.34 ± 0.06 ^e	0.83 ± 0.03 ^d	0.62 ± 0.01 ^a	0.49 ± 0.01 ^a	0.03 ± 0.00 ^a
	3	1.74 ± 0.08 ^d	1.11 ± 0.11 ^c	0.63 ± 0.01 ^a	0.51 ± 0.02 ^a	0.04 ± 0.00 ^a
	5	1.95 ± 0.08 ^{abc}	1.20 ± 0.03 ^{abc}	0.61 ± 0.02 ^a	0.48 ± 0.01 ^a	0.04 ± 0.00 ^a
0.18	1	1.37 ± 0.09 ^e	0.86 ± 0.03 ^d	0.63 ± 0.02 ^a	0.50 ± 0.02 ^a	0.03 ± 0.00 ^a
	3	1.77 ± 0.07 ^d	1.12 ± 0.05 ^c	0.63 ± 0.02 ^a	0.49 ± 0.02 ^a	0.03 ± 0.00 ^a
	5	1.98 ± 0.11 ^{ab}	1.23 ± 0.07 ^{ab}	0.62 ± 0.02 ^a	0.48 ± 0.02 ^a	0.03 ± 0.00 ^a
0.12	1	1.44 ± 0.05 ^e	0.91 ± 0.04 ^d	0.63 ± 0.01 ^a	0.47 ± 0.02 ^a	0.04 ± 0.00 ^a
	3	1.83 ± 0.10 ^{cd}	1.17 ± 0.06 ^{bc}	0.64 ± 0.02 ^a	0.49 ± 0.01 ^a	0.04 ± 0.01 ^a
	5	2.05 ± 0.09 ^a	1.30 ± 0.08 ^{ab}	0.63 ± 0.02 ^a	0.49 ± 0.01 ^a	0.03 ± 0.01 ^a
0.096	1	1.48 ± 0.03 ^e	0.96 ± 0.04 ^d	0.64 ± 0.02 ^a	0.48 ± 0.04 ^a	0.04 ± 0.00 ^a
	3	1.86 ± 0.05 ^{bcd}	1.18 ± 0.07 ^{bc}	0.63 ± 0.03 ^a	0.50 ± 0.01 ^a	0.04 ± 0.00 ^a
	5	2.07 ± 0.06 ^a	1.32 ± 0.06 ^a	0.63 ± 0.01 ^a	0.48 ± 0.02 ^a	0.04 ± 0.00 ^a

注: 同一列中右上角字母不同, 表示有显著性差异 ($p < 0.05$); 表 3 同。

戊聚糖等通过活性键与面筋蛋白结合形成更大的网络结构^[20], 从而强化了面筋网络; 添加麦麸后, 淀粉等颗粒紧密填充于面筋网络中, 网络内部空隙减少^[21]; 因此麦麸的添加可以提高饺子皮的硬度。麦麸经过超微粉碎后能明显提高 SDF 含量, 同时有更多的蛋白质、脂类和糖类等暴露出^[22]; 粉碎后的麦麸与水接触的面积增加, 麦麸粒度越小接触表面积越大, 麦麸的持水力和膨胀力得到明显提高^[23], 有利于面筋网络的形成和增强。麦麸粒度减小, 有利于麦麸等颗粒填充面筋网络, 使饺子皮的硬度增加。

内聚性表示的是内部的收缩力, 从表 2 可看出添加少量的麦麸对饺子皮内聚性没有显著影响。胶粘性是 TPA 参数中的二级参数, 其计算值 = 硬度 × 内聚性, 从表 2 中可看出胶粘性随着麦麸添加量的增加而显著增加, 随着麦麸粒度的减小有所增加。

由表 2 可得, 麦麸的添加量和粒度对饺子皮的弹性和粘附性没有显著影响。饺子皮是一种粘弹性体, 既具有弹性又具有粘附性。弹性与内部分子之间的力有关系, 添加少量的麦麸对分子之间的作用力影响不大。粘附性主要和淀粉的含量及淀粉糊化程度等有关, 一方面麦麸含有大量亲水基物质, 具有强吸水性, 麦麸的添加可能阻碍部分淀粉吸水发生完全糊化, 使粘附性上升; 另一方面麦麸的添加会稀释饺子皮中淀粉的含量, 使粘附性降低^[24]; 从试验结果看, 当麦麸添加量不大时, 麦麸对饺子皮粘附性的正面和负面影响程度基本一致。

2.2 对饺子皮蒸煮特性的影响

如表 3 所示, 饺子皮的吸水率随着麦麸添加量的增加而显著增加 ($p < 0.05$), 随着麦麸粒度的减小而增加。麦麸具有强的吸水性能^[2]; 麦麸经过超微粉碎后, 吸水性和持水力增强, 粒度减小增强效果越明显^[23]; 因此麦麸添加量的添加和粒度的减小可以提高饺子皮的吸水率。

从表 3 可得出, 饺子皮的蒸煮损失率随着麦麸添加量的增加而显著减小 ($p < 0.05$), 随着麦麸粒度

的减小而减小。饺子皮蒸煮过程中, 淀粉吸水膨胀并发生糊化, 损失的干物质主要成分是淀粉。麦麸的添加减少了饺子皮淀粉的含量, 麦麸粒度的减小, 可以增加吸水率、增强面筋网络, 使淀粉等颗粒更好的填充于面筋网络中^[21], 减少蒸煮损失率。麦麸对饺子皮蒸煮特性影响的试验结果与张华^[18]的研究结果基本一致。

表3 麦麸添加量及粒度对蒸煮特性的影响

Table 3 Effects of addition level and particle size of wheat bran on cooking properties

粒度 (mm)	添加量 (%)	吸水率 (%)	蒸煮损失率 (%)
0.38	0	63.2 ± 2.2 ⁱ	9.08 ± 0.16 ^a
	1	68.8 ± 1.2 ^{hi}	8.97 ± 0.09 ^a
	3	80.8 ± 2.5 ^{ef}	8.75 ± 0.08 ^{bcde}
	5	88.2 ± 4.5 ^{cd}	8.42 ± 0.12 ^{efgh}
0.18	1	70.4 ± 1.5 ^{gh}	8.93 ± 0.11 ^{ab}
	3	82.3 ± 5.1 ^{de}	8.72 ± 0.14 ^{cdef}
	5	89.6 ± 3.4 ^{bc}	8.37 ± 0.21 ^{gh}
0.12	1	73.1 ± 2.0 ^{ig}	8.82 ± 0.11 ^{ab}
	3	84.3 ± 3.6 ^{cd}	8.61 ± 0.11 ^{cdefg}
	5	92.1 ± 2.4 ^{ab}	8.22 ± 0.14 ^{gh}
0.096	1	74.5 ± 2.5 ^{ef}	8.79 ± 0.13 ^{abcd}
	3	85.8 ± 1.9 ^{bc}	8.55 ± 0.15 ^{defgh}
	5	93.4 ± 5.6 ^a	8.16 ± 0.19 ^h

2.3 对饺子皮感官评价的影响

麦麸添加量对饺子皮感官评价的影响如图 1 所示, 麦麸粒度对饺子皮感官评价的影响如图 2 所示。感官评价主要包括外观和口感两个方面。随着麦麸添加量的增加, 面筋网络增强, 饺子皮的口感中的硬度、韧性会得到明显提升, 而且会增加饺子皮的麦香味, 尤其是增加到 3% 以后, SDF 为浅褐色, IDF 为浅黄色, 麦麸的添加使饺子皮的色泽变差。麦麸粒度的减少, 可以改善饺子皮的硬度、韧性、细腻度等口

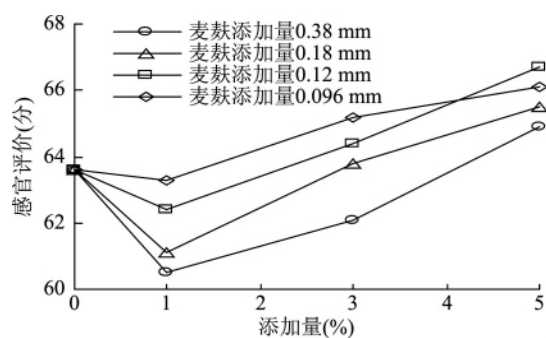


图1 麦麸添加量对感官评价的影响

Fig.1 Effect of addition level of wheat bran on sensory evaluation

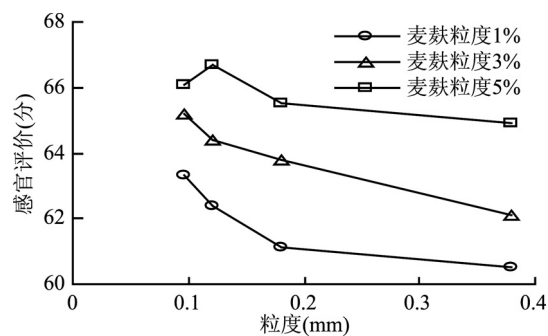


图2 麦麸粒度对感官评价的影响

Fig.2 Effect of particle size of wheat bran on sensory evaluation

感。添加5%的粒度为0.12 mm左右的麦麸时,饺子皮感官评价最好,饺子皮具有较好的综合品质。

2.4 对饺子皮微观结构的影响

由图3(A~D)所示,圆形或椭圆形的淀粉颗粒大

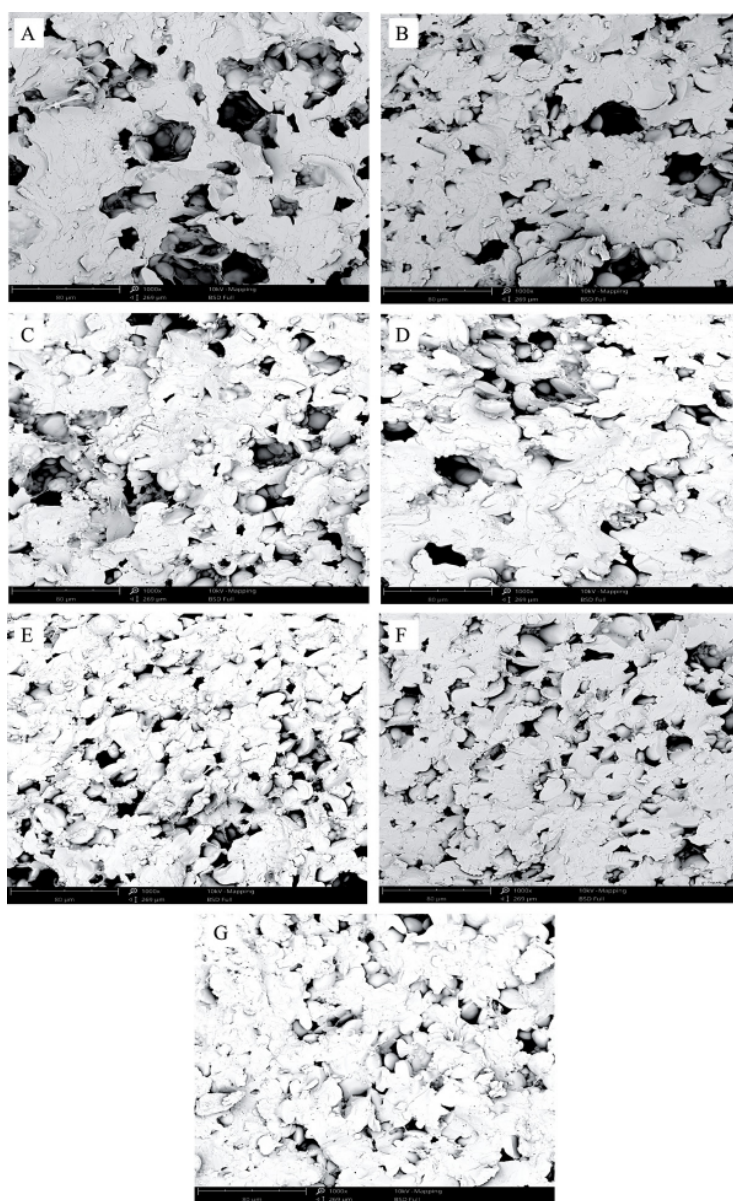


图3 麦麸添加量和粒度对微观结构的影响

Fig.3 Effect of addition level and particle size of wheat bran on microstructure

注: A: 0% 麦麸; B: 0.12 mm, 1% 麦麸; C: 0.12 mm, 3% 麦麸; D: 0.12 mm, 5% 麦麸; E: 0.38 mm, 5% 麦麸; F: 0.18 mm, 5% 麦麸; G: 0.096 mm, 5% 麦麸。

部分包裹于面筋网络结构中,随着麦麸添加量的增加,面筋网络结构更加紧密,空隙减小,麦麸的添加对饺子皮的内部结构起到了改善作用。麦麸是一种多组分凝胶体,麦麸吸水后可形成胶体状态,从而促进淀粉颗粒和面筋蛋白之间的结合;麦麸中的戊聚糖等可通过活性键与面筋蛋白结合形成更大的网络结构,使面筋网络结构更紧密均匀。

由图3(D~G)可看出,随着麦麸粒度的减小面筋网络结构也变得致密,这是因为麦麸经过超微粉碎后更多的蛋白质、脂类和糖类等暴露出,麦麸的持水力和膨胀力也得到明显提高,麦麸粒度越小物理特性等改善越明显,有利于面筋网络的形成和增强。

3 结论

研究表明,一定范围内麦麸的添加量和粒度对饺子皮的品质有明显的影响。随着麦麸添加量的增加,饺子皮硬度和胶粘性等质构特性以及吸水率显著提高,蒸煮损失率显著降低;感官中的硬度、韧性、麦香味等得到显著的提高,但色泽下降。随着麦麸粒度的减小,饺子皮的质构特性、蒸煮特性和感官评价也得到了提升。结果表明,添加5%的粒度为0.12 mm左右的麦麸时,饺子皮感官评价最好,具有较好的综合品质。

由于麦麸膳食纤维的强吸水性,当麦麸粉添加量增大到一定数值时,有可能使部分蛋白质不能充分吸水而影响面筋蛋白网络的形成,从而降低面条的品质,此研究后期可以进一步研究更高的麦麸粉添加量对饺子皮品质的影响。

参考文献

- [1] Mudgil D, Barak S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review [J]. International Journal of Biological Macromolecules 2013, 61(10): 1-6.
- [2] 丁莎莎, 黄立新, 张彩虹, 等. 膳食纤维的制备、性能测定及改性的研究进展 [J]. 食品工业科技 2016, 37(8): 381-386.
- [3] Spotti M J, Campanella O H. Functional modifications by physical treatments of dietary fibers used in food formulations [J]. Food Physics and Material Science 2017, 15: 70-78.
- [4] 程敏, 刘保国, 王攀, 等. 小麦麸皮超微粉碎技术研究进展 [J]. 河南工业大学学报: 自然科学版 2017, 38(6): 123-130.
- [5] 王小平, 雷激, 刘江, 等. 麸皮对挂面品质及抗氧化性的影响 [J]. 食品科技 2016, 41(2): 185-191.
- [6] Chen Jian-sheng, Guo Qi-fang, Cui Jin-long, et al. Effects of particle size and addition level of wheat bran on texture properties of dry white Chinese noodle [J]. Food Science 2013, 34(7): 92-98.
- [7] Messina M C, Reale A, Maiuro L, et al. Effect of pre-fermented wheat bran on dough and bread characteristics [J]. Journal of Cereal Science 2016, 69: 138-144.
- [8] Sudha M L, Vetrimani R, Leelavathi K. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality [J]. Food Chemistry 2007, 100: 1365-1370.
- [9] 田兰兰, 高贵珍, 赵亮, 等. 不同麸粉粒度及添加量对馒头品质和营养组分的影响 [J]. 食品工业科技 2015, 36(17): 96-99.
- [10] Li Wen-jun, Brennan M, Serventi L, et al. Effect of wheat bran on dough rheology and final quality of Chinese steamed bread [J]. Cereal Chemistry 2017, 94(3): 581-587.
- [11] 叶一力, 张艳, 何中虎. 小麦面粉特性与饺子品质关系研究 [J]. 麦类作物学报 2010, 30(2): 280-285.
- [12] Li Xue-qin, Lv Ying-guo, Chen Ying, et al. A study on the relationship between rheological properties of wheat flour, gluten structure and dumpling wrapper quality [J]. International Journal of Food Properties 2016, 19: 1566-1582.
- [13] 赵欣怡, 董群义. 几种杂粮粉对速冻水饺品质的影响 [J]. 食品工业科技 2018, 39(9): 72-77.
- [14] Mi Jia, Liang Yan, Lu Yan-min, et al. Influence of acetylated potato starch on the properties of dumpling wrapper [J]. Industrial Crops and Products 2014, 56: 113-117.
- [15] 郭梦园, 王修法, 李梦琴, 等. 不同蛋白对冷冻饺子皮品质的影响 [J]. 粮食与饲料工业 2018, 5: 28-33.
- [16] 苏玲, 赵琼, 段瑞谦, 等. 脂肪酶对饺子粉品质的影响研究 [J]. 食品工业 2016, 37(10): 88-91.
- [17] 翟爱华, 张钟宇. 面团改良剂对玉米饺子粉流变学特性影响研究 [J]. 中国食品学报 2011, 11(8): 65-71.
- [18] 张华, 赵琼, 段瑞谦, 等. 膳食纤维对速冻水饺皮品质的影响 [J]. 中国食品添加剂 2015(3): 113-118.
- [19] 王岸娜, 李秀玲, 吴立根. 玉米种皮膳食纤维对面团流变学特性及饺子皮品质的影响 [J]. 河南工业大学学报: 自然科学版 2012, 33(4): 5-10.
- [20] Ming Z, Li H X, Sang S L, et al. Sorption of polycyclic aromatic hydrocarbons by dietary fiber extracted from wheat bran [J]. Chemical Speciation & Bioavailability 2016, 28(4): 13-17.
- [21] 周玉瑾, 李梦琴, 李超然, 等. 麦麸水溶性膳食纤维和水不溶性膳食纤维对面条性状指标的影响及其扫描电镜的观察 [J]. 食品与发酵工业 2015, 41(6): 128-133.
- [22] 申瑞玲, 程珊珊, 张勇. 微粉碎对小麦麸皮营养成分和特性的影响 [J]. 河南农业科学 2008(6): 128-131.
- [23] 王跃, 李梦琴. 超微粉碎对小麦麸皮物理性质的影响 [J]. 现代食品科技 2011, 27(3): 271-274.
- [24] 姜小岑, 李小军, 冯素伟, 等. 蛋白质和淀粉对面团流变学特性和淀粉糊化特性的影响 [J]. 食品科学 2014, 35(1): 44-49.