



引用格式:刘胜男,赵紫悦,杜浩楠,等. 藜麦粉对面团粉质特性与馒头品质的影响[J]. 轻工学报,2018,33(6):63-70.

中图分类号:TS213.2 文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.2096-1553.2018.06.008

文章编号:2096-1553(2018)06-0063-08

藜麦粉对面团粉质特性与馒头品质的影响

Effect of quinoa flour on dough farinograph property and steamed bread quality

刘胜男^{1,2},赵紫悦^{1,2},杜浩楠^{1,2},张惠萍^{1,2},相启森^{1,2}
LIU Shengnan^{1,2},ZHAO Ziyue^{1,2},DU Haonan^{1,2},ZHANG Huiping^{1,2},
XIANG Qisen^{1,2}

关键词:

藜麦粉;馒头;粉质特性;拉伸特性;质构分析;感官评价

Key words:

quinoa flour;
steamed bread;
farinograph property;
extensograph property;
texture analysis;
sensory evaluation

1. 郑州轻工业学院食品与生物工程学院,河南 郑州 450001;

2. 河南省食品生产与安全协同创新中心,河南 郑州 450001

1. College of Food and Biological Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China;

2. He'nan Collaborative Innovation Center for Food Production and Safety, Zhengzhou 450001, China

摘要:将藜麦粉按不同质量分数(0%~30%)添加到小麦面粉中,测定面团的粉质特性和拉伸特性、馒头的比容和径高比,并对馒头进行质构特性测试和感官评价。结果表明:藜麦粉添加量对面团的粉质特性、拉伸特性具有显著影响($p < 0.05$);在添加的藜麦粉质量分数为5%~15%时,馒头的比容和径高比均有所提高,且按该添加比例蒸制的馒头,其弹性、咀嚼度、色香和口感相比全麦粉馒头得到了明显改善。

收稿日期:2018-09-25

基金项目:国家自然科学基金项目(31501491);河南省高等学校重点科研项目(15A550024)

作者简介:刘胜男(1993—),女,河南省周口市人,郑州轻工业学院硕士研究生,主要研究方向为食品化学与营养。

通信作者:相启森(1984—),男,山东省枣庄市人,郑州轻工业学院副教授,博士,主要研究方向为食品化学与营养。

Abstract: The quinoa flour was added into wheat flour at different proportions (0 ~ 30%), and the effect of quinoa flour addition on the farinograph and extensograph properties of dough, as well as the specific volume and diameter height ratio of steamed bread was tested. Texture characteristic test and quality evaluation of steamed bread were made. The results showed that with the addition of quinoa flour in wheat flour exerted significant effect on the farinograph and extensograph properties of dough ($p < 0.05$). When the addition of quinoa flour reached 5% ~ 15%, the specific volume and diameter height ratio of steamed bread were significantly increased. Moreover, the springiness, chewiness, appearance colour and taste of steamed bread were improved greatly.

0 引言

藜麦 (*Chenopodium quinoa* Willd.) 是苋科藜属一年生草本植物,早在几千年前就已经在南美洲安第斯山脉一带开始种植和食用,属于当地的传统粮食作物^[1-2]. 藜麦含有丰富的氨基酸、多不饱和脂肪酸、维生素、矿物质等营养成分,能够平衡健康人群营养素的摄入状况^[3-4]. 同时,藜麦还含有丰富的多酚、黄酮等活性植物化学物,具有抗氧化、抑菌、免疫调节、防治心血管疾病等功能,非常适合老年人、儿童、孕产妇、糖尿病患者和肠胃疾病患者等特殊人群食用^[5-7]. 联合国粮农组织 (FAO) 认为藜麦能够满足人体基本营养需求,并把藜麦列为最适宜人类食用的全营养食品^[8].

随着社会的发展和经济水平的提高,人们的膳食结构也日趋失衡. 研究结果显示,当今许多人类慢性非传染性疾病都与人体摄入营养素不均衡有关^[9]. 因此,通过摄入营养均衡的单体食品来满足人体健康需求,改善日益突出的慢性病问题显得尤为重要. 我国是以面食为主食的消费大国,将藜麦加入面制品中是提高藜麦摄入频次和摄入量的重要途径. 目前,关于藜麦面制品,国内外都已开展相关研究,但大多为藜麦面包、饼干制品等西式食品,涉及中国传统主食的研究报道相对较少^[10-12]. 馒头是我国北方居民的传统主食,并在居民日常膳食结构中占据重要地位. 因此,本研究拟将藜麦粉按不同比例加入小麦面粉中,测定面团的粉质特性和拉

伸特性、馒头的比容和径高比,并对馒头进行质构分析和感官评价,以期藜麦粉应用于中式面制品提供参考.

1 实验材料与方法

1.1 主要实验材料

藜麦粉,繁峙县三晋农夫商贸有限公司产;高筋小麦粉,河南省金苑粮油有限公司产;NaCl,分析纯,天津市化学试剂六厂产.

1.2 主要实验仪器

布拉本德粉质仪、布拉本德拉伸仪,德国 Brabender 公司产;TA - XT plus 型质构仪,英国 Stable Micro System 公司产;智能型恒温鼓风干燥箱,河南兄弟仪器设备有限公司产;BSA224S - CW 电子天平,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司产;KSW 型电炉温度控制器,北京科伟永兴仪器有限公司产.

1.3 实验方法

1.3.1 面团的制作 对藜麦粉进行添加量梯度实验,以小麦粉量为基准,分别添加质量分数为 0%,5%,10%,15%,20%,25%,30% 的藜麦粉,形成配粉. 每个添加比例配粉总重 300 g,然后将 3 g 干酵母用温水活化,搅拌均匀,添加到调配好的配粉中,手工揉面 5 min,随后放置于 38 °C 恒温发酵箱中发酵 45 min.

1.3.2 馒头的制作 取出面团,然后揉面 3 ~ 5 min 成型,于室温下醒发 15 min. 准备好装有适量蒸馏水的不锈钢蒸锅,并在蒸篦上铺好纱布,待馒头醒发完成后放入蒸锅的蒸篦上,盖好

锅盖开火,蒸煮 40 min 后取出馒头放在室温下冷却备用。

1.3.3 面团粉质和拉伸特性的测定 参照 GB/T 14614—2006 测定方法,使用布拉本德粉质仪测定面团粉质和拉伸特性指标^[13]。

1.3.4 馒头比容的测定 采用菜籽排重法进行测定^[14],计算公式为 $P = V/m$,其中 P 为馒头比容/($\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$), V 为馒头体积/ mL , m 为馒头质量/ g 。

1.3.5 馒头径高比的测定 选取冷却 1 ~ 2 h 后的馒头,用游标卡尺测量其直径和高度,同一馒头取 3 个不同的测试点。馒头径高比为馒头直径平均值与其高度平均值之比,其计算公式^[15]为 $S = D/H$, S 为径高比, D 为馒头直径/ mm , H 为馒头高度/ mm 。

1.3.6 馒头的质构特性测试 选取冷却 1 ~ 2 h 后的馒头,沿同一方向将馒头切成 20 mm 厚的均匀切片,然后进行质构特性测试^[16]。测试条件为:选用 P/25 探头,测试前速度 1.00 mm/s;测试时速度 1.00 mm/s;测试后速度 3.00 mm/s;压缩率 50%;感应力 Auto-5 g;压缩次数 2 次。

1.3.7 馒头的感官评价 选取经过感官评价培训的 9 位评价人员进行品尝并打分,结果取平均值。评价方法参照馒头鉴评项目和评分标准(GB/T 21118—2007)进行^[17],见表 1。

1.4 实验数据处理

所有实验均平行测定 3 次,结果取平均值。

实验数据使用 SPSS21.0 软件进行处理分析。运用方差分析法进行显著性分析, $p < 0.05$ 表示有显著性差异。

2 结果与分析

2.1 藜麦粉添加量对面团粉质特性的影响

藜麦粉添加量对面团粉质特性的影响试验结果如图 1 所示。由图 1 可知,当藜麦粉质量分数为 10% 时,面团的吸水率最低,比全小麦粉面团下降了 0.9%;而当藜麦粉的质量分数达到 30% 时,面团的吸水率相比于全小麦粉面团升高了 4.7%。一般来讲,面团吸水率与面筋蛋白含量、淀粉结合水能力有关^[18]。藜麦粉中含有较高含量的蛋白质,但缺乏与面筋形成有关的蛋白。藜麦粉的小量增加(质量分数 0 ~ 10%)对面筋蛋白起到了稀释的作用,因此,面团的吸水率有所下降。而当藜麦粉的质量分数逐步增加至 15% ~ 30% 时,藜麦粉中的淀粉颗粒被破坏程度加大。另外,藜麦粉中支链淀粉含量较高且含有丰富的水溶性膳食纤维,使得面团吸水率升高且持水性也变强。

当藜麦粉质量分数为 10% 时,面团的形成时间最久,比全小麦粉面团的形成时间延长了 7.2%;而藜麦粉质量分数的持续增加反而缩短了面团的形成时间,当藜麦粉质量分数为 30% 时,面团的形成时间为 1.19 min,比全小麦粉面团形成时间缩短了 6.3%。这是由于白蛋白和

表 1 馒头感官评定项目与评分标准

Table 1 The sensory evaluation items and scoring criteria of steamed bread

感官指标	评定标准	满分
外观形状	表皮光滑、均匀 12.1 ~ 15 分;中等 9.1 ~ 12 分;表皮粗糙,有硬块,形状不对称 1 ~ 9 分	15
比容	馒头比容 2.3 为满分,每减少 0.1 扣 1 分	20
色泽	自然色,色泽光亮、均匀;8.1 ~ 10 分;中等 6.1 ~ 8 分;色泽灰暗 1 ~ 6 分	10
结构	气孔大小均匀、组织细腻 12.1 ~ 15 分;中等 9.1 ~ 12 分;气孔大小不均、组织粗糙 1 ~ 9 分	15
弹性	用手指按复原性好,有咬劲 16.1 ~ 20 分;中等 12.1 ~ 16 分;复原性、咬劲均差 1 ~ 12 分	20
黏牙性	咀嚼爽口不黏牙,松软 12.1 ~ 15 分;中等 9.1 ~ 12 分;咀嚼不爽口,发黏 1 ~ 9 分	15
气味	具有麦香味,无异味 4.1 ~ 5 分;中等 3.1 ~ 4 分;有异味 1 ~ 3 分	5

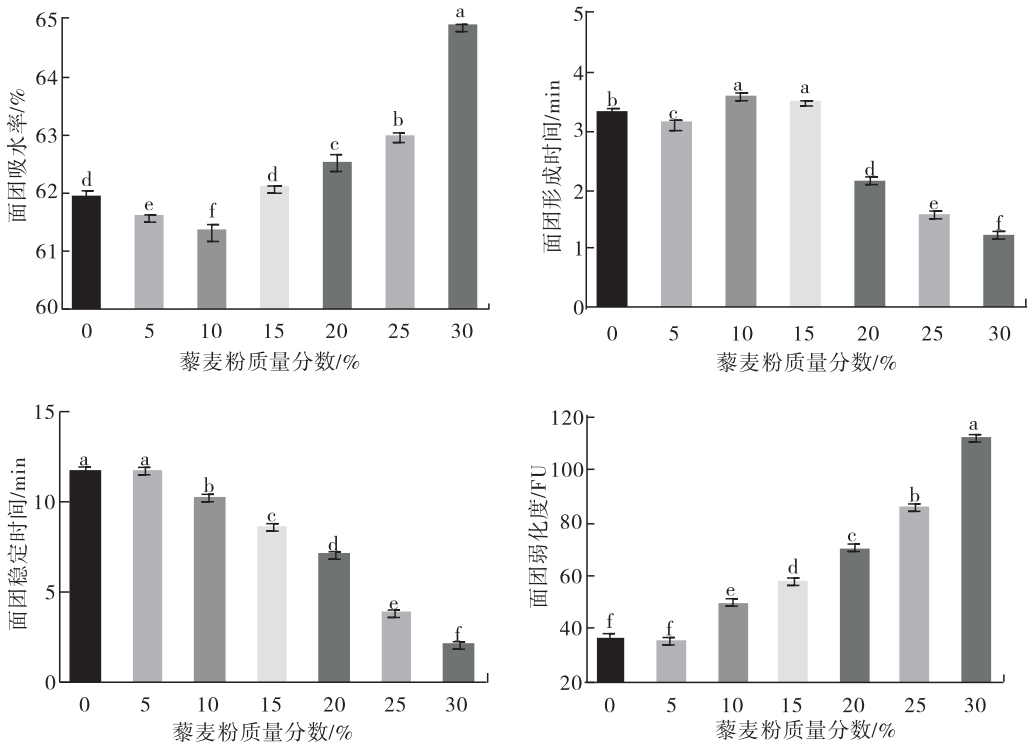


图1 藜麦粉添加量对面团粉质特性的影响

Fig. 1 Effect of quinoa flour addition on farinose quality of dough

球蛋白占据了藜麦粉总蛋白的绝大部分(质量分数 44% ~ 77%),而醇溶谷蛋白和谷蛋白含量相对较少. 这导致面团中面筋含量减少,面筋强度下降,致使面团稳定时间显著缩短^[19,20].

随着藜麦粉质量分数的增加,面团稳定时间缩短,弱化度显著升高($p < 0.05$),尤其在藜麦粉质量分数大于 10% 时变化更为明显. 当藜麦粉质量分数为 30% 时,弱化度高达 112 FU,比全小麦粉面团的测试结果增加了两倍多. 面团中面筋蛋白形成的面筋网络结构的强度表征着面团弱化度的高低,面团在搅拌过程中面筋的网络结构被破坏、削弱,面团的弱化度也发生变化. 藜麦粉的加入使面团中面筋网络结构的强度下降,致使面团的可塑性下降,另外,面团弱化度增大到一定值时,面团的可塑性也会明显下降,此时不再适宜做面制品.

2.2 藜麦粉添加量对面团拉伸特性的影响

藜麦粉添加量对面团拉伸特性的影响试验

结果如图 2 所示. 由图 2 可知,面团拉伸阻力与藜麦粉的质量分数成负相关. 但在发酵 135 min 时,面团的拉伸阻力在藜麦粉质量分数为 10% 和 15% 时,相比于全小麦粉面团略有增加. 这可能是由于藜麦粉与小麦粉混合后,随着发酵时间的延长,面团产生的 CO_2 气体量增多,使得面团的面筋网络结构有所改善. 此外,藜麦粉的加入可显著降低面团的拉伸阻力. 当藜麦粉质量分数为 30% 时,发酵 45 min 时,面团的拉伸阻力下降至 236 BU,相比于全小麦粉面团降低了 54.9%;而当面团发酵 90 min 和 135 min 时,相比于全小麦粉面团分别下降了 48.5% 和 34.8%.

与全小麦粉面团相比,藜麦粉的添加显著降低了面团的拉伸度和拉伸曲线面积($p < 0.05$). 对于面团拉伸度,面筋含量极低的藜麦粉能够导致面团中面筋蛋白形成的网络结构状态不稳定,进而导致面团拉伸度减小、面团的韧

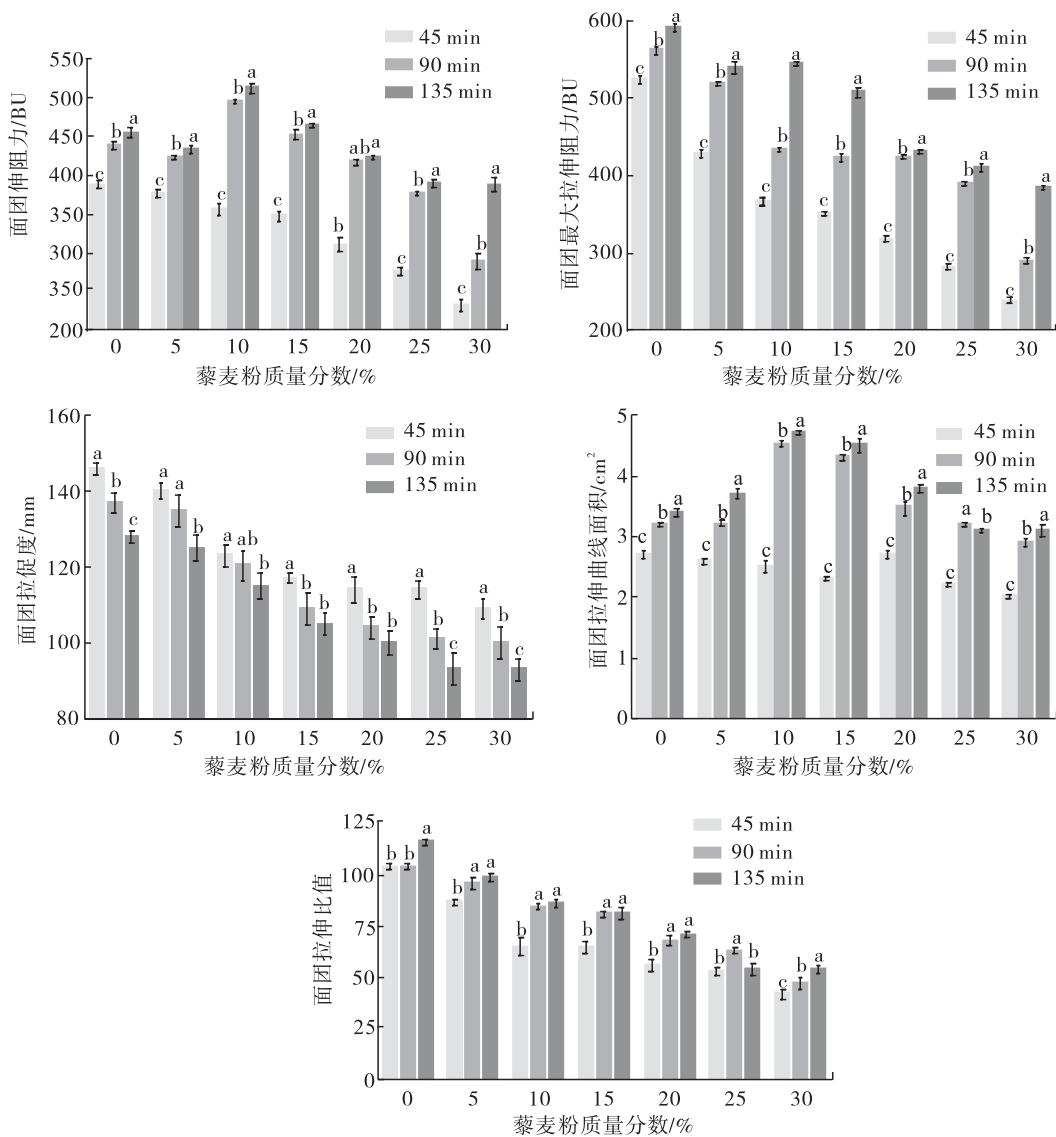


图2 藜麦粉添加量对面团拉伸特性的影响

Fig. 2 Effect of quinoa flour addition on tensile properties of dough

性下降,可塑性变差,因此较短时间内就会被拉断.而对于面团拉伸曲线面积,由于藜麦粉中面筋蛋白的含量极少,当其添加到小麦粉中反而降低了面团总的的面筋蛋白含量,面团拉伸能量也会相应降低.拉伸比值表征着抗拉伸阻力与面团拉伸长度的关系,用作考量不同面制品时的具体要求也不相同.拉伸比值在藜麦粉添加后呈现不规则变化,但在一个适中的范围内对面团品质会有所改善.

总体来说,藜麦粉的加入使面团各拉伸指标均呈现整体下降的趋势,但藜麦粉质量分数

较小(5%~15%)时会对拉伸特性产生改善作用,且在同一质量分数水平下,面团各拉伸指标均随发酵时间的延长而增加,与张园园等^[18]的研究结论一致.

2.3 藜麦粉添加量对馒头比容的影响

藜麦粉添加量对馒头比容的影响试验结果如图3所示.馒头的比容表征着馒头内部结构的完整性,即网络结构的好坏.由图3可知,当藜麦粉的质量分数为5%~20%时,所蒸制馒头的比容相比于全小麦粉馒头的比容有所升高,尤其是当藜麦粉的质量分数为10%时,所

蒸制馒头的比容比全小麦粉馒头升高了 27.6%。这可能是由于藜麦粉中小淀粉颗粒不容易被破坏,面团的吸水率降低,从而有效促进面团中面筋网络结构的形成,馒头的体积相对增加,比容也会随之增大。

2.4 藜麦粉添加量对馒头径高比的影响

藜麦粉添加量对馒头径高比的影响测试结果见图 4。由图 4 可知,当藜麦粉的质量分数在 5% ~ 15% 范围时,馒头的径高比相比于全小麦粉馒头有所升高。其中,当藜麦粉的质量分数为 10% 时,所蒸制的馒头的径高比全小麦面粉馒头升高了 15.9%。但当藜麦粉质量分数大于 15% 时,馒头的径高比却呈下降趋势。这表明馒头的径高比与面团里的湿面筋含量有关,面筋

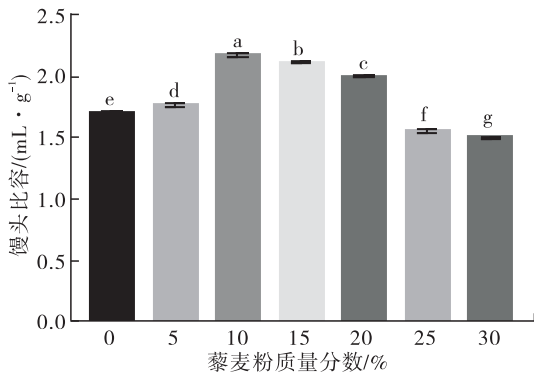


图3 藜麦粉添加量对馒头比容的影响
Fig.3 Effect of quinoa flour addition on specific volume of steamed bread

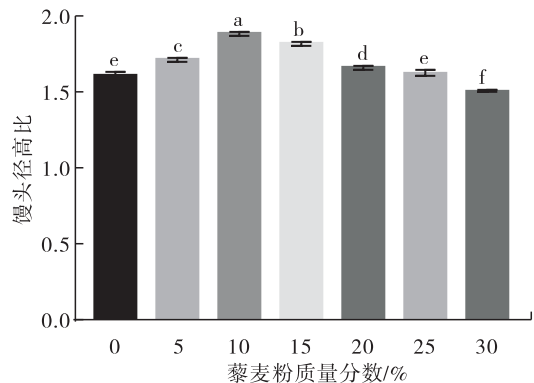


图4 藜麦粉添加量对馒头径高比的影响
Fig.4 Effect of quinoa flour addition on the diameter to height ratio of steamed bread

含量越高的面团所蒸制的馒头径高比越小^[21]。

2.5 藜麦粉添加量对馒头质构特性的影响

藜麦粉添加量对馒头质构特性的影响测试结果见表 2。由表 2 可知,藜麦粉添加量能够影响馒头的硬度、黏合性、咀嚼性。最能反映馒头质构特性的是硬度和弹性这两个指标^[22]。馒头的硬度随着藜麦粉的添加呈现逐渐增大趋势,而馒头的弹性则呈现基本稳定后又有所下降的趋势。馒头的硬度与面团的网络结构强度相关,藜麦粉中面筋蛋白含量极低,对于面筋蛋白网络结构强度影响不佳,使面团延展性变差,成品馒头的气室偏小,从而使馒头的柔软度相应降低,这与本实验藜麦粉对面团粉质特性的影响结论相一致。回复性是指在馒头质构特性测试时第 1 次压缩后所持有的回复原来性状的能力^[20]。添加藜麦粉(质量分数 5% ~ 20%)后,馒头回复值逐渐升高,其中,添加质量分数为 10% 的藜麦粉时,馒头的回复性为 0.49,相比全小麦粉馒头升高了 13.9%。总体来说,添加适量的藜麦粉(质量分数 5% ~ 20%)对馒头质构特性有改良作用。

2.6 藜麦粉添加量对馒头感官评价的影响

藜麦粉添加量对馒头感官评价的影响试验结果如表 3 所示。由表 3 可知,随着藜麦粉添加量的增加,馒头的各项感官指标均发生了不同

表2 藜麦粉添加量对馒头质构特性的影响

Table 2 Effect of quinoa flour addition on texture characteristic of steamed bread

质量分数/%	硬度	弹性	凝聚力	黏合性	咀嚼性	回复性
0	7 201.37	0.94	0.80	5 738.01	5 413.98	0.43
5	7 168.32	0.94	0.78	7 331.72	5 987.54	0.44
10	7 666.42	0.95	0.79	5 020.04	5 638.61	0.49
15	7 665.08	0.94	0.79	5 735.14	5 544.62	0.48
20	7 710.37	0.92	0.79	6 724.43	5 616.93	0.46
25	7 864.88	0.92	0.79	6 860.24	5 683.11	0.42
30	7 977.57	0.91	0.79	6 862.29	5 697.12	0.42

表3 藜麦粉添加量对馒头感官评价的影响

Table 3 Effect of quinoa flour addition on the sensory evaluation of steamed bread 分

质量分数/%	比容	外观形状	色泽	结构	弹韧性	黏牙性	气味	总分
0	13.1	12.0	8.7	9.3	12.0	14.0	4.1	73.2
5	14.2	11.7	7.8	9.5	12.7	13.0	4.5	73.4
10	18.7	10.3	6.4	10.7	14.0	12.3	4.3	76.7
15	18.3	10.7	6.0	11.7	13.3	11.1	4.1	75.2
20	16.8	11.3	7.2	12.7	13.2	8.7	3.8	73.7
25	16.7	10.0	3.0	14.0	13.0	7.7	3.1	67.5
30	12.7	9.0	2.0	14.0	12.0	5.6	2.3	57.6

程度的改变. 与全小麦粉相比,藜麦粉色泽略深,因此所制作馒头的色泽总体呈现下降的趋势. 此外,当藜麦粉质量分数为10%时,馒头评价总分最高为76.7分,相比于全小麦粉馒头增加了4.7%. 当藜麦粉质量分数为30%时,总分降至57.6分,相比于全小麦粉馒头下降了21.3%. 由于藜麦粉中支链淀粉较长,当其质量分数增加时,面团吸水率升高,会对馒头黏性、结构都有所影响,使馒头评价降低^[21]. 添加低比例的藜麦粉(质量分数5%~15%)可使得藜麦粉中的淀粉颗粒被包裹,淀粉被破坏程度下降,其吸水率相对于添加高比例的藜麦粉有所降低,可促进面筋网络结构的形成,使馒头比容增加,这与本研究馒头比容测定结果一致. 因此,利用藜麦粉制作馒头时,适宜的藜麦粉添加量是改善馒头感官品质的关键.

3 结论

本研究将藜麦粉按不同质量分数(0%~30%)添加到小麦面粉中,测定了面团的粉质和拉伸特性、馒头的比容和径高比,并对馒头进行了质构特性测试和感官评价. 结果表明,藜麦粉添加量对面团的粉质特性、拉伸特性具有显著影响($p < 0.05$). 馒头比容、径高比在添加的藜麦粉质量分数为5%~15%时均有所提高,质量分数10%时达最大值,分别为2.17 mL/g

和1.89. 感官评价结果表明,相比较全麦面粉,添加质量分数为5%~15%的藜麦粉对馒头的弹性、咀嚼度、色香和口感均有改良效果. 因此,适宜的藜麦粉添加量是改善馒头感官品质的关键. 本研究为以藜麦为辅料实现馒头及其相关面制品的营养品质升级和产品的开发提供了依据.

参考文献:

- [1] 肖正春,张广伦. 藜麦及其资源开发利用[J]. 中国野生植物资源,2014,33(2):62.
- [2] VEGA-Gálvez A, MIRANDA M, VERGARA J, et al. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), an ancient Andean grain: a review[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2010, 90(15):2541.
- [3] ABUGOCH L E, ROMERO N, TAPIA C A, et al. Study of some physicochemical and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) protein isolates[J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2008, 56(12):4745.
- [4] 申瑞玲,张文杰,董吉林,等. 藜麦的营养成分、健康促进作用及其在食品工业中的应用[J]. 中国粮油学报,2016,31(9):150.
- [5] LAMOTHE L M, SRICHUWONG S, REUHS B L, et al. Quinoa (*Chenopodium quinoa* W) and amaranth (*Amaranthus caudatus* L) provide dietary fibres high in pectic substances and xyloglucans[J]. Food Chemistry, 2015, 167:490.
- [6] WOLTER A, HAGER A S, ZANNINI E, et al. In vitro starch digestibility and predicted glycaemic indexes of buckwheat, oat, quinoa, sorghum, teff and commercial gluten-free bread[J]. Journal of Cereal Science, 2013, 58(3):431.
- [7] 王黎明,马宁,李颂,等. 藜麦的营养价值及其应用前景[J]. 食品工业科技,2014,35(1):

- 381.
- [8] 谭文武,谭洪卓,文明,等. 粮食(全谷物)的营养与健康[J]. 中国粮油学报,2010,25(4):100.
- [9] 郑建仙. 现代功能性粮油制品开发[M]. 北京:科学技术文献出版社,2003.
- [10] RODRIGUEZ S D,ROLANDELLI G,BUERA M P. Detection of *quinoa* flour adulteration by means of FT-MIR spectroscopy combined with chemometric methods [J]. Food Chemistry, 2019,274:392.
- [11] DALLAGNOL A M,PESCUMA M,GRACIELA ROLLÁN, et al. Optimization of lactic ferment with *quinoa* flour as bio-preservative alternative for packed bread[J]. Applied Microbiology and Biotechnology,2015,99(9):3839.
- [12] ROMANO A, MASI P, BRACCIALE A, et al. Effect of added enzymes and *quinoa* flour on dough characteristics and sensory quality of a gluten-free bakery product[J]. European Food Research and Technology,2018,244(9):1595.
- [13] 中国国家标准委员会. 小麦粉 面团的物理特性 吸水量和流变学特性的测定 粉质仪法:GB/T 14614—2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [14] 刘海燕,尚珊,王宏兹,等. 糯麦粉对冷冻面团发酵流变特性和面包烘焙特性的影响[J]. 食品科学,2012,33(3):77.
- [15] 吴迪,陈金发. 马铃薯葛根馒头理化及感官特性影响因素研究[J]. 食品科技,2018,43(5):151.
- [16] 张焕新,张伟,徐春仲. 糯小麦粉添加量对配粉流变学特性及馒头品质的影响[J]. 食品科学,2014,35(3):80.
- [17] 中国国家标准委员会. 小麦粉馒头:GB/T 21118—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [18] 张园园,卢宇,阿荣,等. 藜麦粉对小麦面团流变学特性的影响[J]. 食品科技,2016,41(6):159.
- [19] 魏爱春,杨修仕,么杨,等. 藜麦营养成分及生物活性研究进展[J]. 食品科学,2015,36(15):272.
- [20] 张文杰. 藜麦全粉与淀粉的理化性质与结构研究及应用[D]. 郑州:郑州轻工业学院,2016.
- [21] 陈瑞红. 短链菊粉对馒头品质的影响[D]. 洛阳:河南科技大学,2014.
- [22] 张春庆,李晴祺. 影响普通小麦加工馒头质量的主要品质性状的研究[J]. 中国农业科学,1993,26(2):39.
- [23] 林金剑. 多种谷物馒头粉的研究[D]. 无锡:江南大学,2008.
- [24] PUTSEYS J A, DERDE L J, LAMBERTS L, et al. Functionality of short chain amylose-lipid complexes in starch-water systems and their impact on in vitro starch degradation[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2010,58(3):1939.