

回软对紫薯类月饼TPA参数及感官品质的影响

陈 弦^{1,2}, 张凌泓^{1,2}, 张 雁^{1,*}, 周世斌¹, 唐小俊¹

(1.广东省农业科学院蚕业与农产品加工研究所, 农业部功能食品重点实验室, 广东省农产品加工重点实验室, 广东 广州 510610; 2.华中农业大学食品科学技术学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 分析紫薯类月饼回软过程中硬度、回复性、凝聚性等质构剖面分析(texture profile analysis, TPA)参数的变化及其与感官品质的相关性。结果发现: 在72 h的回软过程中, 紫薯类月饼TPA参数的变化均呈现先增大后减小的趋势; 其中, 紫薯莲蓉月饼(紫薯和莲蓉馅料质量各占50%) TPA参数峰值出现在回软24 h, 紫薯月饼(紫薯馅料100%) TPA参数峰值出现在回软48 h; 紫薯莲蓉月饼的TPA参数总体低于紫薯月饼。分别在回软12、24、48 h及72 h对紫薯类月饼进行感官评定, 结果表明, 72 h感官评分最高, 且感官评分与相应TPA参数呈现极显著负相关性($P \leq 0.01$), 说明回软过程有助于提高紫薯类月饼的感官品质, 且TPA参数可以客观评价紫薯类月饼的感官品质。

关键词: 紫薯类月饼; 回软; 质构剖面分析; 感官评价; 相关性

Effect of Post-Baking Softening on Texture Profile Analysis (TPA) Parameters and Sensory Quality of Moon Cake Stuffed with Purple Sweet Potato

CHEN Xian^{1,2}, ZHANG Linghong^{1,2}, ZHANG Yan^{1,*}, ZHOU Shibin¹, TANG Xiaojun¹

(1. Guangdong Key Laboratory of Agricultural Products Processing, Key Laboratory of Functional Foods, Ministry of Agriculture, Sericultural & Agri-Food Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510610, China; 2. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: This study investigated the change of texture profile analysis (TPA) parameters such as hardness, resilience, and cohesiveness of moon cakes stuffed with purple sweet potato during the softening (chilling) process after baking, and also examined their correlations with sensory evaluation. The results showed that all the TPA parameters increased firstly and then decreased during 72 h of post-baking softening. The TPA parameters of moon cakes stuffed with 50% purple sweet potato and 50% lotus seed paste (sample 1) reached their peaks at 24 h of post-baking softening, while the peaks of TPA parameters attained at 48 h for those stuffed with 100% purple sweet potato (sample 2). Overall, the TPA parameters of the first sample were lower than those of the second sample. Sensory evaluation at 12, 24, 48 and 72 h of post-baking softening showed that the sensory scores were the highest at 72 h, which were extremely significantly negatively correlated with the TPA parameters ($P \leq 0.01$). Therefore, the post-baking softening process could help improve the sensory quality of purple sweet potato moon cakes, while TPA parameters such as hardness, resilience and cohesiveness could be applied to objectively evaluate the sensory quality of purple sweet potato moon cakes.

Key words: purple sweet potato moon cake; post-baking softening; texture profile analysis (TPA); sensory evaluation; correlation
DOI:10.7506/spkx1002-6630-201713023

中图分类号: TS255.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2017)13-0138-05

引文格式:

陈弦, 张凌泓, 张雁, 等. 回软对紫薯类月饼TPA参数及感官品质的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(13): 138-142.
DOI:10.7506/spkx1002-6630-201713023 <http://www.spkx.net.cn>

CHEN Xian, ZHANG Linghong, ZHANG Yan, et al. Effect of post-baking softening on texture profile analysis (TPA) parameters and sensory quality of moon cake stuffed with purple sweet potato[J]. Food Science, 2017, 38(13): 138-142. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201713023. <http://www.spkx.net.cn>

收稿日期: 2016-05-30

基金项目: 广东省现代农业产业技术体系创新团队项目(2016LM1089); 广东省应用型科技研发专项(2015B020230005); 广东省省属科研机构改革创新领域项目(2016B070701012)

作者简介: 陈弦(1989—), 女, 硕士, 研究方向为焙烤食品学。E-mail: chenxian1217kuai@qq.com

*通信作者: 张雁(1967—), 女, 研究员, 博士, 研究方向为食品生物化学。E-mail: zhang_yan_@126.com

紫薯, 原名川山紫, 又名紫甘薯、紫红薯, 属旋花科一年生草本植。紫薯作为一种粗粮, 富含花青素、硒、多糖、膳食纤维、植物蛋白、维生素和矿物质等多种营养及生物活性成分, 具有很高的营养价值和保健功能, 能改善视力、预防高血压、改善肝功能、减少基因突变、抑制诱癌物质的产生。随着紫薯的营养价值和保健功能日益受到重视, 当前已成为农产品研发人员的研发热点^[1-5]。将紫薯引入广式月饼馅料研发新型月饼, 不仅可以改善广式月饼过于油腻的口感, 增加适口性, 还可以提升月饼的营养价值, 开发前景良好。

广式月饼在刚烤制完成时, 表面干硬。在贮藏过程中饼皮逐渐吸收水分和油, 逐渐变软, 这个过程被称为回软^[6-7]。广式月饼的柔软程度是评价其质量的一个重要指标。目前, 对月饼品质的评价没有统一规范的方法, 多采用感官评定的方法, 其存在误差大、重现性较差的缺点, 而采用仪器分析方法, 可以科学客观地评价月饼的品质。质构剖面分析(texture profile analysis, TPA)又被称为两次咀嚼测试, 是一种科学有效的分析食品质地的方法, 通过质构仪探头模拟人牙齿在二次咀嚼过程中时间和力的变化规律, 得到食品在受力过程中的变形情况。通过软件可以分析出硬度、脆性、黏着性、弹性、凝聚性、胶黏性、咀嚼性和回复性等质构特性参数^[8-11]。关于食品质地的研究报道显示, 质构仪分析与感官评定之间有良好的相关性^[12-15]。

作为一种新型广式月饼, 有关紫薯类广式月饼质构特性和感官评定的相关研究鲜见报道, 本研究对紫薯类广式月饼回软过程中质构和感官的变化进行研究, 并分析其变化原因, 以期对紫薯及相关新型月饼的制作工艺、配方优化提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜紫薯 广州市天河北肉菜市场; 莲蓉馅料 广州市莲香楼食品有限公司; 低筋面粉 潍坊风筝面粉有限责任公司; 转化糖浆 广州增城穗丰食品厂; 碱水(食用枧水, 主要成分: 碳酸钠、碳酸钾) 广州市利丰食品实业有限公司; 花生油 广东鹰唛食品有限公司; 玉米淀粉 广州市增城康辉食品厂; 蔗糖 雷州市唐家糖厂有限公司; 石油醚(沸程: 30~60℃, 化学纯) 天津市富宇精细化工有限公司。

1.2 仪器与设备

TA-XTPlus质构分析仪 英国Stable Micro Systems公司; YXDF18型远红外电热食品烤炉 上海立环机械制造有限公司; SOX 416 Macro索氏全自动抽提仪 德国Gerhardt有限公司; 21-ST2118电磁炉 广东美的

生活电器制造有限公司; JM30001电子天平(0.01g) 余姚纪铭称重检验设备有限公司; BS14S分析天平(0.001g) 德国Sartorius公司; 电热鼓风干燥箱 上海一恒科学仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 紫薯类月饼的制作工艺

1.3.1.1 饼皮的制作

按照低筋面粉200.00g、糖浆120.00g、花生油40.00g、碱水6.00g的饼皮配方, 先将碱水与糖浆混匀, 再加入花生油混匀, 最后加入面粉调制面团, 即成饼皮^[16]。

1.3.1.2 紫薯馅料的制作

新鲜紫薯→洗净、去根→在140℃条件下蒸煮25min→去皮→去除两端的粗纤维→室温条件下冷却10min→过筛(20目筛)→烘烤30min得紫薯泥→加入蔗糖→放置一段时间使蔗糖溶解→100℃条件下继续炒制5min→将混匀的花生油和玉米淀粉加入紫薯泥中继续炒制5min即可。

其中馅料配方为: 250.00g紫薯泥、62.90g蔗糖、14.90g花生油、3.30g玉米淀粉。

1.3.1.3 紫薯莲蓉馅料的制作

将紫薯馅料与莲蓉馅料以质量比1:1混合均匀。

1.3.1.4 紫薯类月饼的制作

月饼饼皮称质量, 分割→包入馅料→入模成型→以底火175℃、面火210℃烘烤10min→以底火150℃、面火175℃烘烤5min→出炉→月饼冷却到50~60℃→在密闭环境中回软^[16]。

其中月饼质量为180.00g, 形状为扁平圆柱形, 皮馅质量比控制为1:2^[16]。

1.3.2 紫薯类月饼质构参数的测定

采用P/50探头对月饼进行TPA测试, 可得到月饼的硬度、黏附性、脆性、弹性、凝聚性、咀嚼性和回复性7个质构参数^[11]。

用水果刀将回软后的月饼均分、切成4块扇形状, 利用质构仪在设定参数条件下进行TPA测试, 参照文献[12]设定TPA参数: 测前速率1.00mm/s, 测试速率1.00mm/s, 测后速率5.00mm/s, 压缩率75%, 停留时间0.5s, 触发力5.0g, 样品形状为扇形, 探头类型P/50, 重复测试8次。测定月饼在回软12、24、36、48、60、72h条件下的硬度、凝聚性和回复性3个参数指标, 取4块样品的测量数据进行统计分析。其中月饼的硬度是月饼达到一定变形所需的力, 是评价月饼的主要指标, 月饼质地回软期由硬变软的这种变化, 对于月饼的品质而言是有利的, 凝聚性反映的是咀嚼时月饼抵抗受损并紧密连接, 使之保持完整性质的能力, 即月饼内部结合力, 回复性反映了月饼受压后迅速恢复变形的能力^[17]。

1.3.3 紫薯类月饼馅料理化指标的测定

月饼的理化指标需要严格控制,本研究将对回软后的紫薯月饼和紫薯莲蓉月饼中馅料的水分含量、总糖含量及粗脂肪含量进行测定,以确保研究中月饼的理化指标符合国家标准规定。

1.3.3.1 馅料中水分含量的测定

参照GB/T 5009.3—2003《食品中水分测定》中的直接干燥法^[18]。

1.3.3.2 馅料中总糖含量的测定

参照GB/T 5009.7—2003《食品中还原糖的测定》中的直接滴定法^[19]。

1.3.3.3 馅料中粗脂肪含量的测定

参照GB/T 5009.6—2003《食品中脂肪的测定》中的索氏提取法^[20]。

1.3.4 紫薯类月饼的感官评定

参考月饼国标和广式月饼国标、企标^[21-22],根据感官评定中的质地多面剖析方法,制定紫薯类广式月饼的感官评分细则(表1)。由8名有相关经验的技术人员组成感官评定小组,首先给评审员详细介绍表1中的评分细则,然后对样品进行密码编号,随机让8名评审员对回软12、24、48、72 h的紫薯类月饼进行评定,最后统计评定结果。经各位评价员评分后,除去最高分及最低分,最后统计评定结果。在对样品进行感官评定前,以下几方面需要保持一致:样品的特性、样品的温度、样品的量、盛装样品的器皿。

表1 紫薯类广式月饼的感官评分细则^[21]

Table 1 Criteria for sensory evaluation of Cantonese-style moon cake stuffed with purple sweet potato^[21]

项目	描述	分值设定/分
形状	各种凹缩、爆裂、塌斜、坍塌和露馅~规则扁平的圆柱形	1~5
饼皮色泽	焦黑或浅黄~棕黄或棕红	1~2.5
馅料色泽	深黑色~紫色	1~2.5
甜度	平淡(蔗糖的甜味)~香甜	1~10
硬度	坚硬(用白齿穿透样品所用的力)~柔软	1~10
脆性	非常酥脆(使样品断裂的力)~无酥脆感	1~10
黏性	非常黏牙(样品在口中发黏或者黏牙的感觉)~不黏牙	1~10
油润度	无光泽(样品表面的油亮程度)~油亮	1~10
咀嚼性	粗糙难咽(以每秒钟咀嚼一次的速率直到产品的粒度达到吞咽要求时所需要的时间)~细腻均匀	1~10
粗糙度	粗糙(样品表面颗粒状物的含量)~均匀	1~10
紧密性	松散(样品断面的紧密程度)~紧密	1~5
黏聚性	无弹性(样品断裂前的形变量)~很强弹性	1~5
残留颗粒	残留多(咀嚼和吞咽结束后,口腔中的颗粒情况)~残留少	1~10

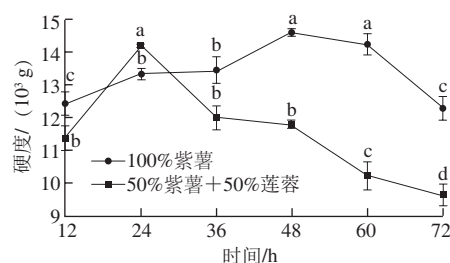
1.4 数据分析

采用SPSS 19.0统计软件单因子方差分析(one way Anova)进行组间差异性比较,数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示,图表中采用不同小写字母表示0.05水平上显著性的差异。采用皮尔森相关系数双尾检验(two-tailed)法进行指标间相关性检验。

2 结果与分析

2.1 紫薯类月饼回软过程中TPA参数的变化

2.1.1 紫薯类月饼回软过程中硬度的变化



同一样品小写字母不同表示有显著性差异($P \leq 0.05$)。下同。

图1 紫薯类月饼回软过程中硬度的变化

Fig. 1 Change in hardness during post-baking softening process

由图1可知,在100%紫薯馅料月饼回软的前48 h中,月饼的硬度呈显著上升的趋势($P \leq 0.05$),在48 h时达到最高,推测原因为月饼饼皮水分蒸发,同时饼皮的油脂向馅料中迁移,导致月饼的硬度增加。而在回软的48~72 h,馅料中的水分、油脂向饼皮迁移,饼皮与馅料中的油脂、水分达到新的平衡^[23],月饼的硬度显著下降($P \leq 0.05$)。

紫薯莲蓉复合馅料月饼的硬度变化也表现为先显著增加后显著降低的趋势,但与100%紫薯馅料月饼不同的是,后者24 h时硬度达到最高值。可能因为莲蓉的加入导致馅料总体持水性、持油性发生改变,增加了油脂及水分的迁移速率,前阶段表层水分蒸发速率较快,导致硬度较快达到最高值;后阶段水分、油脂向饼皮迁移速率提高,从而加快了月饼回软速率。

此外,在月饼回软的过程中,紫薯莲蓉复合馅料月饼的硬度总体小于紫薯月饼,硬度表示咀嚼月饼时用力的大小,因此说明莲蓉的加入改善了月饼的适口性。

2.1.2 紫薯类月饼回软过程中凝聚性的变化

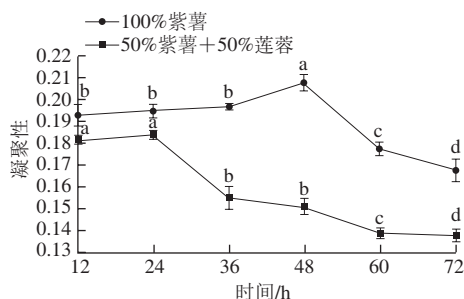


图2 紫薯类月饼回软过程中凝聚性的变化

Fig. 2 Change in cohesiveness during post-baking softening process

由图2可知,100%紫薯馅料月饼的凝聚性在回软的过程中呈先增加后减小的趋势,在48 h时达到最高,这与其硬度的变化趋势相一致。推测紫薯月饼的凝聚性与

硬度有一定的相关性, 且与饼皮及馅料中的水分和油脂的迁移有关^[23]。随着回软过程的进行, 其凝聚性显著降低 ($P \leq 0.05$), 说明月饼在回软过程中逐渐变得更加松软。

紫薯莲蓉复合馅料月饼的凝聚性变化趋势和紫薯月饼相似, 也表现为先增加后显著降低的趋势 ($P \leq 0.05$), 与其硬度一样, 回软24 h时即达到最高, 随后显著降低 ($P \leq 0.05$)。究其原因, 可能与硬度变化一致, 莲蓉馅料的加入, 改变了馅料的持水性、持油性。

比较两种月饼在回软过程中凝聚性的变化曲线, 与硬度变化曲线相似, 紫薯莲蓉复合馅料月饼的凝聚性均小于紫薯月饼, 进一步表明莲蓉的加入改善了月饼的适口性。

2.1.3 紫薯类月饼回软过程中回复性的变化

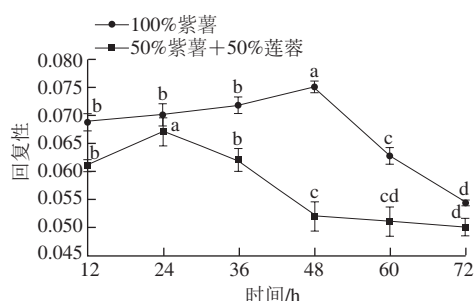


图3 紫薯类月饼回软过程中回复性的变化

Fig. 3 Change in resilience during post-baking softening process

由图3可知, 回复性的变化与硬度及凝聚性呈现相同的趋势, 100%紫薯馅料月饼回软的前48 h中, 月饼的回复性呈上升的趋势, 在48 h时达到最大值, 随后呈显著降低的趋势 ($P \leq 0.05$)。紫薯月饼的回复性变化可能与凝聚性、硬度都有一定的相关性, 也与饼皮及馅料中的水分和油脂的迁移有关^[23]。随着回软过程的进行, 回复性在后期显著降低 ($P \leq 0.05$), 说明月饼弹性逐渐降低, 质感逐渐松软。

紫薯莲蓉复合馅料月饼在回软的过程中, 与其硬度、凝聚性的变化趋势相似, 在24 h时即达到最高, 随后回复性显著降低 ($P \leq 0.05$)。可见, 莲蓉馅料的加入提前了上述3个TPA参数出现峰值的时间, 紫薯与莲蓉馅料的复合使得馅料持水性、持油性等加工特性改变, 从而导致其TPA参数发生改变。

比较两种月饼在回软过程中回复性的变化曲线, 与硬度和凝聚性的变化曲线相似, 紫薯莲蓉复合馅料月饼的回复性均小于紫薯月饼, 进一步表明将莲蓉馅料与紫薯馅料等量均匀混合后有利于提高紫薯类月饼的适口性。

2.2 紫薯类月饼的理化指标

饼皮发霉、馅料内发霉或变味、有“油溢味”等是广式月饼一些常见的质量问题, 其中以发霉最为严重。发霉的主要原因是月饼中水分、糖和脂肪的存在使其容

易滋生细菌。水分含量的高低影响到霉菌的生长, 从而影响月饼的发霉。一般来说, 高糖和高油能够抑制霉菌生长, 有一定的保鲜效果^[6]。因此, 为了延长月饼的保存期, 月饼的理化指标必须严格控制, 本次实验测得的紫薯馅料及紫薯莲蓉馅料的水分含量、总糖含量及粗脂肪含量如表2所示, 根据GB/T 21270—2007《食品馅料》的规定^[24], 烘烤食品用馅料干燥失质量不大于40%、总糖含量不大于60%、脂肪含量不大于33%, 因此制得的月饼馅料符合以上要求。

表2 紫薯类广式月饼馅料的理化指标
Table 2 Physicochemical indexes of moon cake stuffings

月饼类别	水分含量	总糖含量	粗脂肪含量
紫薯馅料	29.25±0.23	22.20±0.28	1.68±0.24
紫薯莲蓉馅料	25.90±0.35	25.12±0.33	4.19±0.53

2.3 紫薯类月饼的感官评分

表3 紫薯类广式月饼的感官评分结果
Table 3 Results of sensory evaluation

回软时间/h	感官评分	
	100%紫薯	50%紫薯+50%莲蓉
12	76.75±1.41 ^b	79.09±1.88 ^c
24	77.44±1.90 ^{ab}	75.19±1.52 ^d
48	74.21±2.42 ^c	80.35±1.47 ^b
72	78.75±1.22 ^a	83.94±1.02 ^a

注: 同列肩标字母不同表示差异显著 ($P \leq 0.05$)。

由两种紫薯类月饼在回软12、24、48、72 h的感官评定结果 (表3) 可知, 经过回软过程, 其感官评分提高, 在回软的72 h时两种紫薯类月饼的感官评分最高。而仪器分析得到的TPA参数也表明其口感风味提高, 这与感官评定的结果相符合, 表明回软过程能提高月饼的口感与风味。

表4 感官评分与TPA参数的相关性
Table 4 Correlation between sensory evaluation and TPA parameters of moon cake

TPA参数	硬度	凝聚性	回复性
100%紫薯月饼感官评分	-0.867 1**	-0.903 6**	-0.899 6**
50%紫薯+50%莲蓉月饼感官评分	-0.969 1**	-0.867 2**	-0.989 6**

注: **. 极显著相关 ($P \leq 0.01$)。

由表4分析可知, 两种紫薯类月饼感官评分与相应TPA参数呈现极显著负相关性 ($P \leq 0.01$), 说明TPA参数可以客观表示紫薯类月饼的感官品质^[11]。

3 讨论

本实验采用TPA结合感官评定探讨紫薯及紫薯莲蓉复合馅料广式月饼回软过程中质构和感官品质的变化。选用月饼质构参数中对口感影响大的3个TPA参数硬度、

凝聚性及回复性进行分析,结果表明回软过程中上述TPA参数与感官评分呈现极显著负相关性($P \leq 0.01$),与前期研究结果^[12,23]一致,进一步说明可以采用硬度、凝聚性和回复性TPA参数客观评价月饼品质。

在72 h的回软过程中,紫薯及紫薯莲蓉复合馅料广式月饼的硬度、凝聚性和回复性均表现为先升高后降低的趋势,与前期冬瓜蓉馅料广式月饼回软过程中的研究结果^[23]基本一致,说明质构参数的变化与月饼饼皮、馅料之间的水分、油脂迁移有关,也可初步推测这3种TPA参数之间存在一定的相关性且相互影响。此外,与100%紫薯馅料广式月饼相比,紫薯莲蓉复合馅料广式月饼的TPA参数峰值出现较早且总体较低,改善了月饼的口感,说明馅料的加工特性、理化特性是影响广式月饼回软进程、质构及感官品质的关键因素。

利用质构仪进行TPA,并结合感官评定评价食品品质,是近年来食品科学研究的热点,在面包、乳制品、肉制品、水果等方面得到越来越广泛的应用^[13-15,25-31]。本实验将其应用于广式月饼回软过程的质构变化分析,明确了TPA参数与感官评定的相关性,为建立新型广式月饼的科学评价体系提供了研究参考。

参考文献:

- [1] 贾正华,贺海燕,苏爱国,等.紫红薯的营养保健功能及其烹饪加工[J].中国食物与营养,2010(4): 69-71. DOI:10.3969/j.issn.1006-9577.2010.04.019.
- [2] 韩晓鹏,牟德华,赵英莲,等.紫甘薯红酒酿造工艺优化及成分分析[J].食品科学,2015,36(17): 201-206. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201517038.
- [3] 杨巍,黄洁琼,陈英.紫薯的营养价值与产品开发[J].农产品加工(学刊),2011(8): 41-43. DOI:10.3969/j.issn.1671-9646(X).2011.08.010.
- [4] SAIGUSA N, KAWASHIMA N, OHBA R. Maintaining the anthocyanin content and improvement of the aroma of an alcoholic fermented beverage produced from raw purple-fleshed sweet potato[J]. Food Science and Technology Research, 2007, 13(1): 23-27. DOI:10.3136/fstr.13.23.
- [5] 魏建春.低糖蛋沙薯泥月饼的研制[J].郑州牧业工程高等专科学校学报,2003,23(1): 6-7. DOI:10.3969/j.issn.1008-3111.2003.01.003.
- [6] 郭海雄.广式月饼的生产技术[J].广州食品工业科技,2004,20(4): 92-94. DOI:10.3969/j.issn.1673-9078.2004.04.035.
- [7] 李增利.广式月饼回软回油性能的改性研究[J].扬州大学烹饪学报,2001(3): 39-42.
- [8] 陈弦,张雁,邓媛元,等.低热量广式月饼的研究进展[J].食品科学技术学报,2013,31(5): 66-63. DOI:10.3969/j.issn.2095-6002.2013.05.010.
- [9] 贾春利,黄卫宁.美国杏仁月饼的感官与质构特性研究[J].食品科学,2004,25(11): 34-40. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2004.11.002.
- [10] 潘秀娟,屠康.质构仪质地多面分析(TPA)方法对苹果采后质地变化的检测[J].农业工程学报,2005,21(5): 166-170. DOI:10.3321/j.issn:1002-6819.2005.03.038.
- [11] CHUANG G C C, YEH A I. Rheological characteristics and texture attributes of glutinous rice cakes (mochi)[J]. Journal of Food Engineering, 2006, 74(3): 314-323. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2005.03.001.
- [12] 文波,张名位,张雁,等.广式月饼感官评分与TPA参数的相关性[J].中国粮油学报,2012,27(1): 91-96. DOI:10.3969/j.issn.1003-0174.2012.01.020.
- [13] 陈磊,王金勇,李学伟.仪器测定的猪肉质构性状与感官性状的回归分析[J].农业工程学报,2010,26(6): 357-361. DOI:10.3969/j.issn.1002-6819.2010.06.062.
- [14] 李梦琴,任红涛,常志伟,等.蛋白组分与面包感官评分及TPA指标的相关性[J].中国粮油学报,2010,25(6): 15-20.
- [15] 赵清霞,郑环宇,丁阳月,等.湿豆渣面包仪器质构与感官质构相关性分析[J].食品工业科技,2016,37(6): 94-99.
- [16] 陈弦,张雁,马永轩,等.基于TPA参数的低糖广式月饼冬瓜蓉配方优化[J].食品科学,2015,36(12): 54-59. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201512010.
- [17] 陈娟.软曲奇货架品质变化及配方改良的研究[D].无锡:江南大学,2007: 4-10.
- [18] 国家标准化管理委员会.食品中水分的测定:GB/T 5009.3—2003[S].北京:中国标准出版社,2003: 1-6.
- [19] 国家标准化管理委员会.食品中还原糖的测定:GB/T 5009.7—2003[S].北京:中国标准出版社,2003: 49-56.
- [20] 国家标准化管理委员会.食品中脂肪的测定:GB/T 5009.6—2003[S].北京:中国标准出版社,2003: 45-46.
- [21] 国家标准化管理委员会.月饼:GB 19855—2015[S].北京:中国标准出版社,2015: 1-18.
- [22] 国家经济贸易委员会.月饼 广式月饼:SB/T 10351.1—2002[S].北京:中国标准出版社,2002: 6-13.
- [23] 陈弦,张雁,唐小俊,等.广式冬蓉月饼回软过程中水分与油脂迁移对质构的影响[J].现代食品科技,2015,31(5): 237-243.
- [24] 国家标准化管理委员会.食品馅料:GB/T 21270—2007[S].北京:中国标准出版社,2015: 1-6.
- [25] BRADY P L, HUNECKE M E. Correlation of sensory and instrumental evaluation of roast beef texture[J]. Journal of Food Science, 1985, 50(2): 300-303. DOI:10.1111/j.1365-2621.1985.tb13386.x.
- [26] VALKOVA V, SALAKOVA A, BUCHTOVA H, et al. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham[J]. Meat Science, 2007, 77(4): 608-615. DOI:10.1016/j.meatsci.2007.05.013.
- [27] NADULSKI R, GROCHOWICZ J. The influence of the measurement conditions on the TPA test of selected fruit[J]. North American Review, 2001, 562: 213-219. DOI:10.17660/ActaHortic.2001.562.25.
- [28] 袁成龙,董晓颖,李培环,等.TPA质构分析硬肉桃果采后质地变化[J].食品科学,2013,34(20): 273-276.
- [29] 徐亚丹,代丽.牛肉低温储藏期间质构参数分析及新鲜度指标的确定[J].农业工程学报,2016,32(12): 267-272. DOI:10.11975/j.issn.1002-6819.2016.12.038.
- [30] ALVAREZ M, CANET W, LOPEZ M. Influence of deformation rate and degree of compression on textural parameters of potato and apple tissues in texture profile analysis[J]. European Food Research and Technology, 2002, 215(1): 13-20. DOI:10.1007/s00217-002-0515-0.
- [31] HERRERO A M, de la HOZ L, ORDONEZ J A, et al. Tensile properties of cooked meat sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) parameters and physico-chemical characteristics[J]. Meat Science, 2008, 80: 690-696. DOI:10.1016/j.meatsci.2008.03.008.