

不同淀粉对微波蛋糕品质的影响

孙菁笛¹, 吕萍¹, 孟嫚², 张延杰², 徐学明^{1,*}

(1.江南大学食品学院, 江苏无锡 214122;

2.广东中山市咀香园食品有限公司, 广东中山 528437)

摘要:采用质构分析与感官评定相结合的方法研究了不同淀粉对微波蛋糕品质的影响。结果表明,TPA的硬度指标和感官评分呈极显著负相关($p<0.01$),当指标值在200~300g之间时,感官评定分值均在9分以上;粘着性和凝聚性指标与感官评分呈显著正相关($p<0.05$),当凝聚性值大于0.77,弹性值高于0.87时感官评定分值均8分以上;当粘着性值小于-20时,蛋糕粘牙,感官不可接受。不同种类和添加量的淀粉实验表明,当蜡质玉米淀粉的添加量为1.5%时,微波蛋糕的凝聚性可达0.793,硬度可降至296.55g,明显改善其内部组织结构,提高其柔软性;当加入2%的蜡质玉米淀粉时,蛋糕重量损失最小。粳米淀粉对微波蛋糕品质没有显著影响。

关键词:淀粉,微波加热,蛋糕,质构特性,感官品质

Effect of different starch on quality of cake baked with microwave

SUN Jing-di¹, LV Ping¹, MENG Man², ZHANG Yan-jie², XU Xue-ming^{1,*}

(1.School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2.Juxiangyuan Food Co., Ltd., Zhongshan 528437, China)

Abstract: The effect of different starches on cake quality baked with microwave were studied by texture analysis and sensory evaluation. The results showed that the negative correlation of hardness of TPA parameter and the sensory score was significant ($p<0.01$). If the value of hardness was among 200~300g, the sensory evaluation scores could reach more than 9 points. On the contrary, the value of adhesion and cohesion parameters was positively related to the sensory score ($p<0.05$). Scores of sensory evaluation were 8 points or more when the value of cohesion was greater than 0.77, elasticity value higher than 0.87, respectively. It was also indicated that the cake was too stick to be accepted when the value of adhesive was less than -20. The properties of cake were affected by the addition of different kinds of starch. Adding 1.5% (w/w wheat flour) waxy corn starch could make the cohesiveness value was up to 0.793 and the hardness value was reduced to 296.55g. It also improved the texture, making it softer. When adding 2% waxy corn starch, the weight loss was dramatically least. And no significant improvement was detected when indica rice starch was added.

Key words: starch; microwave heating; cake; textural property; sensory characteristics

中图分类号: TS210.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)08-0096-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.08.012

蛋糕是人们熟悉且喜爱的传统糕点。主要以鸡蛋、糖和低筋粉为原料,经打发、调糊、成型、烘烤而成。鉴于我国家庭烤箱普及率低,普及率高的微波炉具有方便、快捷、卫生等特点,因此开发微波型蛋糕符合市场需求。但由于微波加热是由里向外加热,导致水分等物质在食物内部的迁移以及由表皮向环境蒸发的速度非常快,损失大且美拉德反应难以发生。所以与烘烤蛋糕相比,微波蛋糕存在内部组织不均匀,坚硬不松软,口感粗糙^[1],烘焙色泽难以控制等缺陷。为减小蛋糕硬度及克服上色难的问题, Gulum Sumnu^[2]曾将红外加热与微波加热相结合;王丽等^[3]

也曾将乳化剂添加到微波蛋糕预拌粉中,以期改善蛋糕的组织结构。因为玉米淀粉和马铃薯淀粉有良好的持水性^[4],常用于改善糕点的品质。国内外学者苏健^[5]和Megahey等^[6]曾将玉米淀粉应用于传统烘焙蛋糕中,发现可以提升蛋糕的柔软度。但不同淀粉由于来源种属的基因不同,其在生物合成过程中所形成的结构也不同,表现出不同的物化性质^[6]。因此,不同淀粉对于蛋糕品质的影响也不尽相同,但此方面的研究还鲜有报道。本文采用微波加热方式制作蛋糕,以玉米淀粉、小麦淀粉、蜡质玉米淀粉、马铃薯淀粉、粳米淀粉作为添加剂,研究不同淀粉对蛋糕柔软度及其内部组织结构的影响,为选择适合淀粉进一步改善微波蛋糕品质提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

低筋粉 益海嘉里粮油公司;化学膨松剂 自

收稿日期:2013-07-03 * 通讯联系人

作者简介:孙菁笛(1987-),女,硕士研究生,研究方向:食品组分与物性。

基金项目:“十二五”国家科技支撑项目(2012BAD37B06);中山市食品科学与技术国家重点实验室咀香园分实验室专项(201203)。

配:禾煜小麦淀粉、禾煜玉米淀粉、禾煜马铃薯淀粉、
 粳米淀粉、蜡质玉米淀粉、白砂糖、鸡蛋、粉末油脂
 等 购于无锡大型超市。

格兰仕微波炉 中国顺德格兰仕微波炉电器
 厂;BOD-102型电热烤炉 上海早苗有限公司;
 ARA520型电子精密天平 美国OHAUS(奥豪斯)公
 司;质构仪(物性测试仪) 英国Stable Microsystems;
 HM-945型打蛋机 中国东菱公司;UltraScan Pro1166
 型色差仪 美国Hunterlab公司;AL204型数显电子天
 平 Mettler Toledo公司;LD2X-50KBS型单室真空封
 口机 无锡三联包装有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 微波蛋糕粉的制备 将化学膨松剂和粉末油
 脂超微粉碎,将低筋粉和淀粉等过30目筛,然后以低
 筋粉重量计,白糖200%、粉末油脂30%、化学膨松剂
 (自配)25%、淀粉按需添加;按照密度从大到小的顺
 序将原料粉末依次加入到搅拌器内搅拌均匀。最后
 利用电子秤称重分装约50g/袋,包装封口。

1.2.2 微波蛋糕的制作工艺

加入一个鸡蛋



微波蛋糕粉一包→打蛋器打发均匀→蛋糕糊→微波加热
 (700W,2min)→冷却至室温→成品。

1.2.3 传统烘焙蛋糕的制作 改变配方和打发条件,
 采用传统烘焙方式制作不同品质的海绵蛋糕,烘焙条
 件:烤箱烘焙;温度设定:200/150(°C);烘烤时间:烘
 烤20min后关火焖5min。基本配方:以低筋粉重量计,
 化学膨松剂1%、食盐1%、蛋糕油8%、水30%、色拉油
 40%,鸡蛋和白砂糖按需添加。制作配方如下所示:

样品A:蛋粉比=2:1,糖含量=135%(w/w,以面粉
 计),过度打发;

样品B:蛋粉比=2:1,糖含量=115%(w/w,以面粉
 计),正常打发;

样品C:蛋粉比=1:1,糖含量=115%(w/w,以面粉
 计),添加蛋糕油,正常打发;

样品D:蛋粉比=1:1,糖含量=115%(w/w,以面粉
 计),正常打发;

样品E:蛋粉比<0.8:1,糖含量=115%(w/w,以面
 粉计),正常打发。

1.2.4 微波蛋糕质构特性的分析 质构仪测定微波
 蛋糕的质构(TPA)特性,参数设定^[6]为:探头:P/25平

底柱型探头;操作模式:TPA测定;操作类型:压缩
 (Compression);测试循环数(total cycles):2;测试距
 离:10mm;感应力:Auto-5g;数据采集点:250pps;实
 验前速:5mm/s;实验速度:1mm/s;返回速度:2mm/s。
 将样品放在探头下,避免任何不规则或不具备代表
 性的区域进行测试,测试的样品表面应小于探头的
 面积^[7-8]。每个样品测定3次平行,取其平均值。

1.2.5 微波蛋糕的色差分析 将不同蛋糕外表皮与
 芯部分别平铺于透明塑料皿中,压实,采用色差仪
 测定色度值 L^* 、 a^* 、 b^* ^[9],每个样品测量3次取平均
 值,并按式(1)计算样品的外表皮以及芯部之间的总
 色差。

总色差计算式:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad \text{式(1)}$$

1.2.6 微波蛋糕的重量损失分析 根据公式(2)计
 算蛋糕的重量损失^[10]。

重量损失计算式:

$$WL\% = (W_2 - W_1) / (W_1 - W_0) \times 100 \quad \text{式(2)}$$

式中,WL(g)为微波熟化后损失的重量;W₂(g)
 为成品重量;W₁(g)为微波前微波蛋糕粉重量;W₀
 (g)为微波器皿的重量。

1.2.7 微波蛋糕感官品质的评定 挑选10名评审
 员组成感官评定小组,评定在感官实验室内进行。在
 实验前,根据GB/T 14195-93^[11]对评审员进行针对性
 的选拔训练。参照有关文献[9],制定评分标准,对样
 品进行感官评定,评分标准如表1所示。将感官品质
 评定指标、评分表和添加不同植物淀粉的微波蛋糕
 样品提供给各位评审员。品评时,先趁热鉴定蛋糕的
 气味,然后观察蛋糕色泽、外观以及内部组织结构,再
 通过咀嚼,品尝评定硬度、黏性、弹性、咀嚼性及滋
 味。根据每个品评人员的评分结果计算平均值,个别
 人员品评误差大者(超过平均值3分以上)可舍弃,舍
 弃后重新计算平均值。

1.2.8 统计分析 采用 Origin 8.5软件对数据进
 行标准误差、相关性分析。利用相关性分析对添加不
 同植物淀粉的微波蛋糕的各品质变化之间的相关强
 弱程度进行分析,以精确的相关系数表示各性质之间
 线性相关程度。

2 结果与分析

2.1 传统烘焙蛋糕质构和感官评定的相关性分析

以数值表示的质构指标评定产品品质具有操作

表1 蛋糕感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation standard of cake

色泽SZ	外观WG	内部结构NJ	弹性TR	气味滋味QZ
表面有光泽,蛋糕呈 金黄色,无焦糊 (8~10分)	蛋糕丰满周正厚薄均匀, 表面湿润无斑点,无破损, 无崩顶(8~10分)	切面呈细密蜂窝状孔 泡细密、均匀,孔壁薄 (8~10分)	口感松软不粘牙,发起 均匀柔和,有弹性不干硬 (8~10分)	奶蛋香味、无异味,绵软 细腻,爽口不粘牙 (8~10分)
表面有光泽,蛋糕呈 浅黄色,部分焦糊 (5~8分)	蛋糕丰满周正厚薄均匀, 表面湿润有少量斑点,表面 和顶部有少量破损(5~8分)	孔泡稍粗、基本均匀, 孔壁稍厚 (5~8分)	口感稍粗,发起有部分 不均弹性稍差 (5~8分)	略有蛋腥味,较爽口,稍粘牙 或稍有坚硬,略有松散发干 (5~8分)
表面无光泽,蛋糕发 暗发灰或严重焦糊 (0~5分)	蛋糕表面粗糙严格变形 (0~5分)	气孔大而不均匀 (0~5分)	弹性差,不发起,干硬 (0~5分)	有蛋腥味,不爽口,发粘或 明显坚实,粗糙松散发干 (0~5分)

方便和重现性好的优点。为了方便测试不同实验条件下微波蛋糕的品质,论文以传统烘焙方式,通过改变配方及操作条件人为地得到不同品质的蛋糕,并采用质构参数与感官评分相结合的方式评定,以期获得能反映感官评定蛋糕品质相一致的主要质构参数及相应参数值范围,为后续实验仅用质构指标评定微波蛋糕的品质提供依据。

2.1.1 不同配方的海绵蛋糕的质构指标 从表2中可以看出,随着配方中鸡蛋、面粉以及蔗糖比例的不同,海绵蛋糕的硬度和咀嚼性有增大的趋势,弹性和凝聚性先增大后减小,粘着性呈现无规律变化。而TPA参数中回复值变化不明显。

2.1.2 不同配方的海绵蛋糕的感官品质 从表3中可以看出,样品B的感官评分最高,证明蛋糕品质最好。样品C、D的各项评分均有不同程度的降低,证明蛋糕的各项品质距离理想指标存在差距,但仍可接受。样品A和样品E的各项感官评分差异不大,且整体可接受度不高。

2.1.3 传统烘焙蛋糕的质构特性和感官品质的相关性分析 表4列出了传统烘焙蛋糕感官评定各指标与质构(TPA)分析各特性参数之间的相关性。可以看出,硬度和感官评分呈极显著负相关($p < 0.01$),其相关系数为-0.968;粘着性、弹性、凝聚性与感官评分呈显著正相关($p < 0.05$),相关系数分别为0.915、

0.914、0.940。这种相关性与其他学者汪磊^[12]、张薇^[13]报告的一致。结合感官评定发现,硬度值在200~300g之间时,蛋糕口感非常柔软,而后随着硬度值的增加,蛋糕的柔软度明显降低,当硬度值增加到400g以上时,蛋糕的硬化程度超出可接受范围,且当蛋糕的粘性值小于-20时,此时有粘牙的感觉,亦不被接受。蛋糕凝聚性的值越高,其内部结构组织越细腻,气孔分布越均匀,当凝聚性的值低于0.77时,蛋糕孔泡粗大,孔壁较厚,此时蛋糕的弹韧性不高。当蛋糕的弹性值高于0.87时,蛋糕的蓬松性良好,且随弹性值的提高,蛋糕更加弹滑爽口。当蛋糕硬度小于200g时,蛋糕的凝聚性和弹性远低于理想值,感官接受度不高。

2.2 不同淀粉对微波蛋糕质构的影响

2.2.1 不同淀粉对微波蛋糕硬度的影响 由图1可知,微波蛋糕预拌粉中添加不同种类和含量的淀粉对微波蛋糕的硬度影响不同。随着籼米淀粉、马铃薯淀粉、小麦淀粉、玉米淀粉含量的增加,微波蛋糕的硬度先减小后增大,待四种淀粉的添加量达到2%后,微波蛋糕的硬度趋于稳定值。同时可知,蜡质玉米淀粉的添加对减小微波蛋糕的硬度有显著效果。而且随蜡质玉米淀粉含量的增加,微波蛋糕的硬度在不断减小。蜡质玉米淀粉的添加量达到2%时,微波蛋糕硬度达到最小值(285.5g),之后硬度值趋于稳定。分析原因,估计是因为添加少量淀粉后,稀释了

表2 不同配方的海绵蛋糕的质构特性

Table 2 Texture properties of sponge cakes with different formula

样品	硬度(g)	粘着性	弹性	凝聚性	咀嚼性(g)	回复性
A	178.2±6.8 ^a	-16.91±1.02 ^{ab}	0.851±0.003 ^a	0.773±0.003 ^a	114.4±9.2 ^a	0.258±0.011 ^a
B	235.1±10.6 ^a	-6.28±0.76 ^a	0.917±0.005 ^b	0.832±0.003 ^b	152.6±7.3 ^a	0.262±0.020 ^b
C	314.7±8.1 ^a	-8.06±0.88 ^a	0.888±0.004 ^b	0.811±0.002 ^{ab}	248.6±10.1 ^{ab}	0.260±0.018 ^{ab}
D	388.2±12.8 ^a	-7.98±1.52 ^a	0.871±0.003 ^{ab}	0.798±0.001 ^a	267.7±6.3 ^b	0.261±0.009 ^b
E	488.6±11.6 ^a	-22.60±2.08 ^{ab}	0.865±0.004 ^a	0.787±0.003 ^a	338.4±7.2 ^b	0.260±0.012 ^a

注:字母不同表示具有显著性($p < 0.05$);表3、表5同。

表3 不同配方的海绵蛋糕的感官特征

Table 3 Organoleptic properties of sponge cakes with different formula

样品	色泽	外观	内部结构	弹韧性	气味风味	整体可接受度
A	8.2±0.6 ^a	5.9±0.6 ^a	6.2±0.5 ^a	6.9±0.8 ^a	6.5±0.3 ^a	6.1±0.4 ^a
B	9.1±0.5 ^a	9.3±0.8 ^a	9.2±0.3 ^a	9.1±0.5 ^a	9.4±0.6 ^a	9.3±0.6 ^a
C	8.8±0.3 ^a	8.6±0.6 ^a	8.4±0.4 ^a	8.7±0.4 ^a	8.5±0.6 ^a	8.6±0.7 ^a
D	8.9±0.4 ^a	8.4±0.5 ^a	7.7±0.6 ^a	7.7±0.4 ^a	7.8±0.3 ^a	7.5±0.5 ^a
E	8.1±0.6 ^a	7.6±0.4 ^a	6.6±0.4 ^a	5.7±0.3 ^a	5.9±0.3 ^a	5.8±0.5 ^a

表4 感官评定与质构参数之间的相关性

Table 4 The correlative relationship between sensory evaluation and TPA

指标	硬度	粘着性	弹性	凝聚性	咀嚼性	回复值
色泽	-0.232	0.216	0.815	0.809	-0.193	0.35
外观	0.226	0.703	0.879*	0.929*	0.263	0.749
内部结构	-0.961*	0.860	0.806	0.984**	-0.114	0.486
弹韧性	-0.914*	0.949*	0.957*	0.831	-0.903	0.070
气味滋味	-0.928**	0.941**	0.894*	0.918*	-0.954*	0.265
整体接受程度	-0.968**	0.915*	0.914*	0.940*	-0.924*	0.306

注:*表示0.05水平上的相关显著性;**表示0.01水平上的相关显著性。

小麦粉的面筋蛋白质,降低了小麦粉的筋力,降低了蛋糕糊中的面筋浓度和弹性,使蛋糕糊的筋力降低^[3],微波熟化后的蛋糕硬度降低。其中,蜡质玉米淀粉属于高支链淀粉^[4],其余四种淀粉直链淀粉含量高,直链淀粉的含量直接决定了淀粉的回生速度。淀粉回生越快,淀粉凝胶的硬度越大^[4]。但添加过量淀粉时会破坏原有体系的平衡,使得蛋糕硬度增大。

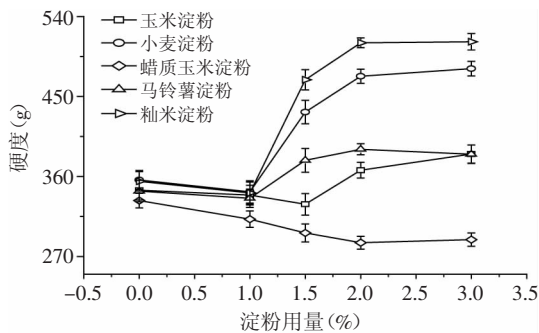


图1 淀粉的种类和用量对蛋糕硬度的影响

Fig.1 Influence of starch types and dosages on cake hardness

2.2.2 不同淀粉对微波蛋糕凝聚性的影响 由图2可知,五种淀粉均能改良微波蛋糕的凝聚性,使得蛋糕内部的气孔大小均匀,孔壁厚薄均一,外观膨松饱满。其中蜡质玉米淀粉和小麦淀粉的改良效果最为显著。这估计与这两者淀粉的物理性质有关,据刘佳等^[5]研究,小麦淀粉分子中的支叉结构可以使凝胶更易形成网状结构,使凝胶的弹性及内聚性增强。随着蜡质玉米淀粉和小麦淀粉含量的增加,蛋糕的凝聚性先增大后减小,当蜡质玉米淀粉含量达到1.5%时,蛋糕的凝聚性值最大,为0.793,与传统烘烤型蛋糕的理想凝聚性值最为接近。

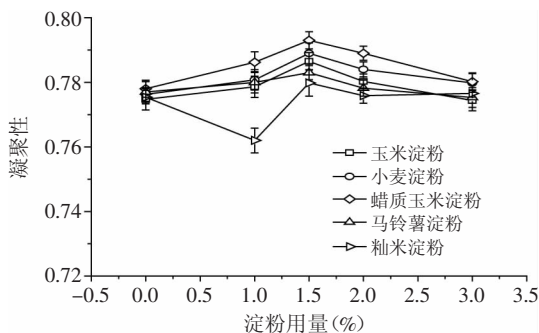


图2 淀粉的种类和用量对蛋糕凝聚性的影响

Fig.2 Influence of starch types and dosages on cake cohesiveness

2.2.3 不同淀粉对微波蛋糕粘着性的影响 由图3可知,添加不同种类的淀粉对微波蛋糕的粘着性影响不同,随着蜡质玉米淀粉和马铃薯淀粉含量的增加,蛋糕的粘着性值显著降低,其余三种淀粉的添加则不同程度的增大了蛋糕的粘着性值。究其原因,估计与淀粉的特征粘度有关。不同品种淀粉的特征粘度不同,淀粉的特征粘度与平均相对分子质量有关,相对分子质量较大,其特征粘度也高^[6]。蜡质玉米淀粉

的直链淀粉含量很少,但通常蜡质玉米米淀粉的分子量较普通玉米淀粉的大很多^[7],这与蜡质玉米淀粉糊液的粘性比马铃薯淀粉低,但和普通玉米淀粉相比较又明显高出许多^[8]相一致。淀粉糊粘着性越强,其质构指标的粘着性值越低。

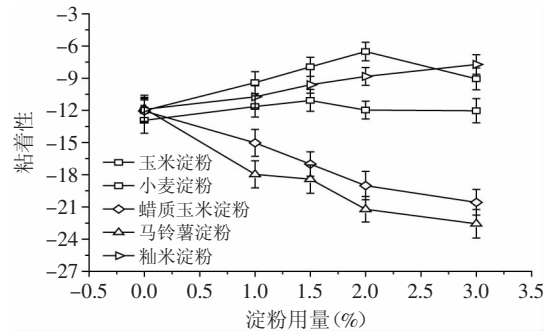


图3 淀粉的种类和用量对蛋糕粘着性的影响

Fig.3 Influence of starch types and dosages on cake adhesiveness

从2.2的结果讨论可知,当微波蛋糕预拌粉中添加1.5%的蜡质玉米淀粉时,微波蛋糕的品质最为优良。其硬度值为296.55g,凝聚性值为0.793,均接近于传统烘焙蛋糕的理想质构指标,但其粘性值较小,证明微波蛋糕的品质还有待改良。

2.3 不同淀粉对微波蛋糕失重的影响

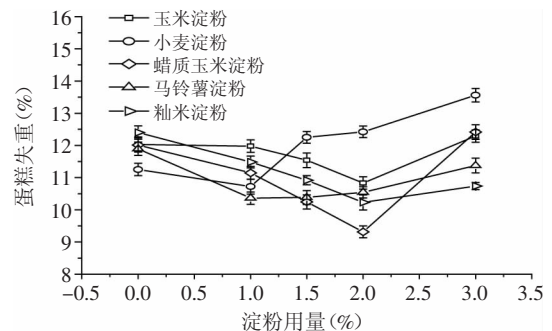


图4 不同淀粉的种类和用量对蛋糕重量损失的影响

Fig.4 Influence of different starch types and dosages on cake weight loss

由图4可知,随着五种淀粉含量的增加,蛋糕的重量损失先减少后增大。这是由于淀粉有持水性,可以锁住水分,减少微波加热过程中水分的丧失,则蛋糕重量损失减少。但淀粉量添加到一定程度会有析水现象发生^[9],所以淀粉的添加量的增大,蛋糕失重先减少后增加。从图中可以清楚得知当加入2%的蜡质玉米淀粉时,蛋糕重量损失最小。

2.4 不同淀粉对微波蛋糕颜色的影响

由表5可知,小麦淀粉和蜡质玉米淀粉的添加对蛋糕的颜色没有明显影响,蛋糕表皮和蛋糕芯之间没有颜色差异,感官表现颜色均匀。而当玉米淀粉的添加量超过2%,马铃薯淀粉和籼米淀粉的添加量超过1.5%时,蛋糕表皮和芯部之间则有色差出现,但肉眼并不可见,感官仍表现为颜色均匀。可是由于微波

表5 蛋糕的表皮和芯部的 L^* , a^* , b^* 及 ΔE 值
Table 5 The values of L^* , a^* , b^* and ΔE of cakes' skin and core

淀粉	表皮			芯部			ΔE
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	
玉米0%	81.32±2.12 ^a	2.45±0.03 ^a	36.09±0.65 ^a	81.9±2.36 ^a	2.24±0.02 ^a	35.4±0.48 ^a	0.9501
玉米1%	79.31±2.03 ^a	2.74±0.05 ^{ab}	36.12±0.68 ^a	80.01±2.08 ^a	1.97±0.03 ^a	35.44±0.52 ^a	1.2152
玉米1.5%	77.16±1.98 ^b	2.58±0.04 ^a	37.28±0.71 ^a	76.2±2.01 ^{ab}	1.76±0.03 ^{ab}	35.89±0.66 ^a	1.7967
玉米2%	81.38±2.16 ^a	2.61±0.05 ^a	37.89±0.69 ^{ab}	80.9±2.16 ^a	1.46±0.04 ^b	35.9±0.56 ^a	2.2739
玉米3%	81.41±2.51 ^a	3.29±0.06 ^b	40.35±0.76 ^b	82.2±2.21 ^a	1.72±0.02 ^{ab}	38.6±0.62 ^b	2.4247
小麦0%	81.56±2.25 ^a	2.31±0.03 ^a	36.94±0.48 ^a	81.6±2.24 ^a	2.63±0.06 ^a	36.0±0.44 ^a	0.9757
小麦1%	82.05±2.18 ^a	2.95±0.07 ^{ab}	35.98±0.35 ^b	83.0±2.53 ^b	2.73±0.03 ^a	35.2±0.37 ^{ab}	1.2939
小麦1.5%	83.05±2.76 ^a	2.75±0.05 ^b	35.31±0.42 ^b	82.4±2.37 ^{ab}	2.06±0.04 ^b	34.28±0.28 ^b	1.3635
小麦2%	83.89±2.68 ^a	2.76±0.03 ^b	35.16±0.53 ^b	83.3±2.08 ^b	2.15±0.04 ^b	34.13±0.51 ^b	1.3129
小麦3%	83.94±2.83 ^a	2.73±0.05 ^b	35.08±0.41 ^b	83.42±2.73 ^b	2.27±0.05 ^{ab}	34.04±0.37 ^b	1.2548
马铃薯0%	81.24±2.35 ^a	2.66±0.03 ^b	36.77±0.56 ^a	81.58±2.41 ^a	2.24±0.05 ^a	36.08±0.42 ^a	0.8671
马铃薯1%	80.84±2.63 ^a	2.97±0.05 ^a	36.10±0.71 ^a	80.29±2.33 ^a	2.18±0.04 ^a	35.16±0.64 ^a	1.3454
马铃薯1.5%	81.33±2.15 ^a	2.24±0.04 ^{bc}	34.52±0.43 ^b	81.63±2.65 ^a	1.65±0.03 ^b	31.74±0.46 ^b	2.8560
马铃薯2%	80.53±2.09 ^a	2.03±0.04 ^b	34.49±0.54 ^b	80.4±2.18 ^a	1.55±0.04 ^{bc}	31.79±0.33 ^b	2.7471
马铃薯3%	80.31±2.74 ^a	1.99±0.03 ^c	33.29±0.62 ^c	80.05±2.32 ^a	1.40±0.03 ^c	30.61±0.51 ^c	2.7557
蜡质玉米0%	81.36±2.69 ^a	2.85±0.04 ^a	36.96±0.46 ^a	81.02±2.31 ^a	2.46±0.06 ^a	35.8±0.45 ^a	1.1948
蜡质玉米1%	80.26±2.43 ^a	3.01±0.06 ^a	37.22±0.57 ^a	79.49±1.98 ^a	2.48±0.04 ^a	36.05±0.52 ^a	1.4929
蜡质玉米1.5%	79.58±2.55 ^a	3.14±0.05 ^{ab}	38.82±0.66 ^a	79.45±2.25 ^a	2.92±0.05 ^a	37.71±0.36 ^a	1.1422
蜡质玉米2%	80.04±2.29 ^a	3.63±0.06 ^b	40.07±0.68 ^{ab}	79.9±2.36 ^a	3.15±0.03 ^b	38.6±0.57 ^{ab}	1.4995
蜡质玉米3%	80.47±2.39 ^a	4.32±0.08 ^c	42.15±0.42 ^b	80.07±2.42 ^a	3.75±0.04 ^b	40.86±0.48 ^b	1.4720
粳米0%	81.02±2.54 ^a	2.85±0.04 ^a	36.96±0.47 ^a	81.24±2.51 ^a	2.46±0.04 ^a	35.88±0.71 ^a	1.1650
粳米1%	79.88±2.33 ^a	2.98±0.07 ^a	37.01±0.53 ^{ab}	79.76±2.05 ^a	2.54±0.07 ^b	35.68±0.68 ^a	1.4150
粳米1.5%	79.36±2.12 ^a	3.18±0.06 ^b	38.37±0.62 ^b	78.02±2.43 ^b	2.76±0.04 ^{bc}	35.75±0.32 ^b	2.9810
粳米2%	80.64±2.67 ^a	2.86±0.05 ^a	38.27±0.36 ^c	80.44±2.22 ^a	2.71±0.06 ^c	35.06±0.56 ^c	3.2198
粳米3%	80.08±2.72 ^a	3.31±0.08 ^b	39.43±0.42 ^c	80.15±2.04 ^a	2.24±0.03 ^a	35.83±0.37 ^c	3.7531

蛋糕美拉德反应程度小,其颜色与传统烘焙得到的蛋糕相比,表面颜色的感官评价仍有差距。证明还需采取相关措施改良颜色,提高其感官接受度。

3 结论

蜡质玉米淀粉可以提高蛋糕的柔软度,并有效地改善蛋糕的内部组织结构,增强蛋糕的内聚性,使其质地绵软细腻,气孔均匀致密。玉米淀粉和马铃薯淀粉可以增强蛋糕的持水性,使其重量损失减小,蛋糕可以较长时间保持湿润。小麦淀粉对于改善蛋糕的弹性有显著作用。综合考虑各种淀粉对微波蛋糕性质的影响,发现当微波蛋糕预拌粉中添加1.5%的蜡质玉米淀粉时,微波蛋糕的性质最为优良。

参考文献

- [1] 陈恭,李清芳,章丽丽,等.家用微波炉自制蛋糕的研究[J].食品科技,2001(4):16-17.
- [2] Sumnu G, Sahin S, Sevimli M. Microwave, infrared and infrared-microwave combination baking of cakes[J]. Journal of Food Engineering, 2005, 71(2): 150-155.
- [3] 张攀峰.不同品种马铃薯淀粉结构与性质的研究[D].广州:华南理工大学,2012.
- [4] 苏健,李喆.蛋糕预混合粉淀粉添加的研究[J].科技创新与应用,2012(5Z):1-1.

- [5] Megahey E K, McMinn W A M, Magee T R A. Experimental study of microwave baking of Madeira cake batter[J]. Food and Bioproducts Processing, 2005, 83(4): 277-287.
- [6] Ndife MK, Sumnu SG, Bayındırılı L. Dielectric properties of six different species of starch at 2450MHz[J]. Food Research International, 1998, 31: 43-52.
- [7] 蔡云升,王素平.蛋糕中复合乳化剂的研制[J].食品工业,2001(6):19-20.
- [8] 王丽,赵思明,刘友明.乳化剂对微波蛋糕品质的影响[J].食品工业科技,2013,34(2):306-309.
- [9] Ratnayake W S, Geera B, Rybak D A. Effects of egg and egg replacers on yellow cake product quality[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2012, 36(1): 21-29.
- [10] AACCC, Approved methods of the AACCC[S]. Method 74-09. American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN, 1988.
- [11] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会. GB/T 14195-93,感官分析选拔与培训感官分析[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [12] 汪磊,周坚,孙启发,等.蛋糕预混合粉中粉末油脂添加的研究及SPSS软件在蛋糕品质分析中的应用[J].粮食与食品工业,2009,16(3):22-25.
- [13] 张薇,朱瑛.面制品科学化评价的研究[J].粮油食品科技,

(下转第104页)

为研究不同加热方式对茶油B(a)P含量的影响,称取一定量茶油样品,分别在微波功率160、320、480、640、800W下加热3min,测定茶油的温度和B(a)P含量,结果如图6所示。

图6显示,随着微波功率的增大,茶油温度不断升高,B(a)P含量也缓慢增加,当微波功率为640W时,茶油温度达到200℃以上,茶油中B(a)P含量达到最大,继续增大微波功率,茶油温度持续升高,但B(a)P含量则开始下降。

2.5 微波加热时间对茶油中B(a)P含量的影响

称取一定量茶油样品,置于微波炉中,设定微波功率为480W,分别加热1、2、3、4、5min,测定茶油的温度和B(a)P含量,结果如图7所示。

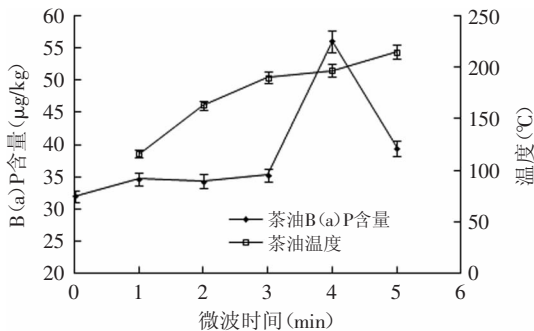


图7 不同微波时间加热后茶油B(a)P含量

Fig.7 The content of B(a)P in camellia oil after microwave heating with different time

由图7可知,在一定微波功率下进行加热,茶油的温度不断升高,茶油中B(a)P含量在前3min之内几乎没有变化,但微波加热至4min时,茶油的温度超过200℃,B(a)P含量急剧增加,达到最大值,继续延长微波作用时间,茶油中B(a)P含量反而下降。但总的来说,由于微波加热是在一个较为密闭的空间中进行的,油烟的挥发受到限制,因此,茶油中苯并(a)芘的减少比相同温度下常规加热的要少。

3 结论

3.1 常规加热条件下,茶油中苯并(a)芘总量随加热时间的延长而增加,只不过达到一定温度时,茶油会产生油烟挥发时带走一部分苯并(a)芘,导致茶油中检测出的苯并(a)芘含量随时间的变化规律为先减少,后增加,再下降的趋势(120min后,加热温度200℃的B(a)P含量趋于平缓,加热温度160℃的B(a)P含量开始缓慢上升),增加和减少的幅度与温度有关,

是茶油加热过程中B(a)P生成和挥发的综合结果。

3.2 微波加热时,茶油中苯并(a)芘含量的变化规律与温度有关,随着微波辐射功率的增大和时间的延长有所增加,但当茶油温度超过200℃以后,苯并(a)芘含量开始下降。

参考文献

- [1] 李丽,吴雪辉,寇巧花. 茶油的研究现状及应用前景[J]. 中国油脂,2010,35(3):10-14.
- [2] 陈永忠,罗健,王瑞,等. 中国油茶产业发展的现状与前景[J]. 粮食科技与经济,2013,138(1):10-12.
- [3] M Ciecierska, M W Obiedziński. Polycyclic aromatic hydrocarbons in vegetable oils from unconventional sources[J]. Food Control,2013,30(2):556-562.
- [4] Meador J P, Buzitis J, Bovo C F, et al. Using fluorescent aromatic compounds in bile from juvenile salmonids to predict exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons[J]. Environmental Toxicology and Chemistry,2008,27(4):845-853.
- [5] C S Rocio, V C Socrates, G H Octavio, et al. Benzo-[a]-pyrene induces FAK activation and cell migration in MDA-MB-231 breast cancer cells[J]. Cell Biology and Toxicology,2013,29(4):303-319.
- [6] Zhang Y, Zhang X, Wu B, et al. Degradation of benzo(a)pyrene in Yangtze River source water with functional strains[J]. Ecotoxicology,2009,18:742-747.
- [7] 刘艳华,于涛,肖莎,等. ERCC2/XPD单核苷酸多态与苯并芘体外诱导DNA加合物损伤关联性研究[J]. 卫生研究,2013,42(1):49-54.
- [8] 张小涛,刘玉兰,王月华. 食用油脂中多环芳烃的研究进展[J]. 中国油脂,2012,37(10):45-49.
- [9] 金文娟,程鹏,胡志雄,等. 食用油烹饪过程中苯并[a]芘含量的变化[J]. 武汉工业学院学报,2012,31(4):9-13.
- [10] 黄安诚,周淑婷,吴雪辉,等. 不同加热方式对茶油品质指标的影响[J]. 食品科技,2009,34(6):132-134.
- [11] 吴雪辉,黄安诚,周淑婷,等. 微波加热对茶油品质的影响[J]. 中国粮油学报,2009,24(7):74-76.
- [12] 谢重阁. 环境中的苯并[a]芘及其分析技术[M]. 北京:中国环境科学出版社,1991.
- [13] 褚洋洋. 大豆油流通中质变规律及潜在危害风险评估的研究[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2008.
- [14] 张宝勇,周才琼. 烹调油烟的组成与危害及防治措施[J]. 中国油脂,2006,31(7):44-47.
- [15] 朱小玲. 烹饪过程中多环芳烃的产生及控制[J]. 四川烹饪高等专科学校学报,2012(5):22-25.
- [16] 张攀峰,陈玲,李晓玺,等. 不同直链/支链比的玉米淀粉分子质量及其构象[J]. 食品科学,2010,31(19):43-45.
- [17] 洪雁,顾正彪,李兆丰. 蜡质玉米淀粉的性质及其在食品加工中的应用[J]. 中国粮油学报,2005,20(3):30-34.
- [18] 成昕,张锦胜,钱菲,等. 核磁共振技术研究普通玉米淀粉与玉米抗性淀粉对肉糜持水性的影响[J]. 食品科学,2011,32(7):16-21.

(上接第100页)

2004,12(5):37-39.

[14] 高卫帅,张燕萍,徐海娟. 几种玉米淀粉的性质比较[J]. 食品与发酵工业,2007,33(9):65-69.

[15] 刘佳,陈玲,李琳,等. 小麦A、B淀粉凝胶质特性与分子结构的关系[J]. 高校化学工程学报,2011,25(6):1033-1038.

[16] 莫紫梅. 糯米淀粉分子结构及其物化性质的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2010.