

乳化剂对微波蛋糕品质的影响

王 丽,赵思明*,刘友明

(华中农业大学食品科技学院,湖北武汉 430070)

摘要:采用微波熟化方式,研究乳化剂种类和用量对蛋糕品质的影响,优化乳化剂的配方,通过质构仪和感官品尝评价蛋糕品质。结果表明,分子蒸馏单甘酯(GMS)具有较好的起泡性和泡沫稳定性,可明显增大蛋糕比容,提高其柔软性;蔗糖脂肪酸酯(SE)和辛烯基琥珀酸淀粉酯(OSA-starch)具有较好的乳化性能,三种乳化剂经复配后具有协同增效的作用。复合乳化剂的适宜配方为分子蒸馏单甘酯0.6%、蔗糖脂肪酸酯0.2%和辛烯基琥珀酸淀粉酯0.3%。添加了复合乳化剂的蛋糕的质地柔软,膨松性好,内部气孔小而均匀,口感细腻。

关键词:乳化剂,微波加热,蛋糕

Effects of emulsifier on quality of cake baked with microwave

WANG Li,ZHAO Si-ming*,LIU You-ming

(College of Food Science and Technology, Huazhong Agriculture University, Wuhan 430070, China)

Abstract:The effects of emulsifier types and dosages on the qualities of cake baked with microwave were studied. The recipe of compound emulsifier was optimized and the quality of cake was evaluated by texture analyzer and sensory evaluation. The results showed that GMS could greatly improve the texture and specific volume of cake,SE and OSA-starch represented a better emulsification capability and compound emulsifier had a synergistic effect. The optimized recipe of compound emulsifier was:GMS 0.6%,SE 0.2% and OSA-starch 0.3%. Moreover,the cake with addition of compound emulsifier had a quality of soft texture,good bulkiness and exquisite taste.

Key words:emulsifier;microwave heating;cake

中图分类号:TS202.3

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2013)02-0306-04

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。由于一般家庭没有烤箱,这种传统的制作方法很难普及。微波炉具有方便、快捷、卫生等特点,已广泛应用于家庭。但与烘烤蛋糕相比,微波蛋糕存在内部组织不均匀,外观不规则,口感粗糙^[1]等缺陷。分子蒸馏单甘酯、蔗糖脂肪酸酯具有良好乳化性、持水性和发泡性等特点^[2],常用于中改善糕点的品质。辛烯基琥珀酸淀粉酯作为一种新型乳化剂逐渐应用于被烤食品中^[3]。本文采用微波熟化方式制作蛋糕,以分子蒸馏单甘酯、蔗糖脂肪酸酯、辛烯基琥珀酸淀粉酯作为乳化剂,研究其对蛋糕品质的影响,克服单一乳化剂的缺陷,确定复合乳化剂的适宜配方,为微波蛋糕的制作提供新的途径。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

低筋粉 芜湖南陵家祝面粉有限公司;分子蒸馏单甘酯、蔗糖脂肪酸酯 柳州大拿食品添加剂有限公司;辛烯基琥珀酸淀粉酯^[4] 华中农业大学实验室自制。

HM-945型打蛋机 中国东菱公司;HH-2型数显恒温水浴锅 国华电器有限公司;TA-XT Plus型质构仪 英国Stable micro systems公司;WP700型微波炉 中国顺德格兰仕微波炉电器厂。

1.2 实验方法

1.2.1 乳化剂的制备 将按配比称量好的粉状乳化剂与水以1:2的比例放入烧杯中,再将烧杯放入80℃的恒温水浴锅中,用玻璃棒将粉状乳化剂与水搅拌均匀,此时呈悬浊液;边加热边搅拌,直到乳化剂由之前的悬浊液变成乳白色膏状就将烧杯取出,冷却至室温即可备用^[5-6]。

1.2.2 蛋糕的制作工艺 以低筋粉重量计,白糖80%、鸡蛋100%、水50%、乳化剂按需添加;首先将蛋黄和蛋清分离;蛋清、30g白糖和乳化剂打发约20min至干性发泡;蛋黄、面粉、水和剩余10g白糖搅拌均匀,再将打发完全的蛋清与低筋粉、水混匀;将调制均匀的面糊放入微波容器中,面糊体积不要超过容器的一半,放入微波炉,于700W下微波90s;取出蛋糕脱模冷却至室温,得到成品^[7]。

1.2.3 蛋糕浆料比重的测定 按照等体积法测定^[7]。

1.2.4 蛋糕比容的测定 采用小米置换法,蛋糕比容(mL/g)=体积(mL)/质量(g)。

1.2.5 蛋糕质构的测定 采用P/35平底柱型探头,实验前速度:1.0mm/s;实验速度:5.0mm/s;返回速度,

收稿日期:2012-09-04 * 通讯联系人

作者简介:王丽(1989-),女,硕士,研究方向:粮食与油脂。

5.0mm/s; 测试距离, 10mm; 感应力, Auto-5g; 采样频率, 250pps。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^[9]。每个样品测定3次平行, 取其平均值。硬度是第一次压缩时的最大峰值; 弹性是指样品经过第一次压缩以后能够再恢复的程度; 黏着性是第一次压缩结束, 第二次压缩开始之间, 坐标中出现负值的面积; 咀嚼性用于描述固态测试样品, 数值上用黏着性和弹性的乘积表示。

1.2.6 抗老化实验 将蛋糕保存在(20±0.5)℃的生化培养箱内, 分别放置1、2、3、4d, 对照组不添加乳化剂, 然后测定其硬度。

1.2.7 感官评定 采用五人评分法, 感官均在蛋糕完全冷却至室温后, 在2~4h内完成, 感官评分标准如表1所示。蛋糕感官总分(10)=SZ×0.2+QW×0.2+XJ×0.3+KG×0.3。

表1 蛋糕感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation standard of cake

项目	指标	评分标准	指标得分
蛋糕	色泽 (SZ)	金黄色、有光泽	8~10
		浅黄色、有光泽	5~7
		浅黄色、无光泽	0~4
	气味 (QW)	奶蛋香味、无异味	8~10
		略有蛋腥味	5~7
		较重蛋腥味	0~4
	心部结构 (XJ)	孔泡细密、均匀, 孔壁薄	8~10
		孔泡稍粗、基本均匀, 孔壁稍厚	5~7
		孔泡粗细不均匀较明显, 孔壁厚	0~4
	口感 (KG)	绵软、细腻	8~10
尚绵软、略有坚实或粗糙感		5~7	
绵软性差, 松散发干感较明显		0~4	

1.2.8 正交实验 选择分子蒸馏单甘油酯、蔗糖脂肪酸酯及辛烯基琥珀酸淀粉酯添加量作为正交实验的三个因素, 进行三因素三水平正交实验。正交实验因素和水平见表2。

表2 L₉(3³) 正交实验因素水平表(%)

Table 2 Factors and levels of orthogonal experiment (%)

水平	分子蒸馏单甘油酯 (A)	蔗糖脂肪酸酯 (B)	辛烯基琥珀酸淀粉酯 (C)
1	0.4	0.2	0.1
2	0.5	0.3	0.2
3	0.6	0.4	0.3

1.2.9 数据处理 用Excel和SAS 8.1进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 乳化剂对蛋糕质构及比容的影响

2.1.1 乳化剂对蛋糕硬度的影响 由图1可知, 适量添加乳化剂使蛋糕的硬度减小。随着分子蒸馏单甘酯的添加量的增加, 蛋糕的硬度下降, 当添加量为0.5%时, 蛋糕的硬度最小(170.79g)。分子蒸馏单甘酯与蛋清混合能使蛋糕生料的气液相界面的表面张力降低, 促使发泡, 使膜面坚固, 提高保泡性能, 使气泡稳定。添加少量的蔗糖脂肪酸酯, 使蛋糕的硬度减小, 但随着添加量的增加, 蛋糕的硬度明显增加; 蔗

糖脂肪酸酯具有较好的乳化性, 但是发泡性和泡沫稳定性较差, 少量的添加即可使蛋糕这个复杂的多相体系均匀分散, 但是过量反而会破坏原有体系的平衡。辛烯基琥珀酸淀粉酯对蛋糕的影响, 是随着辛烯基琥珀酸淀粉酯添加量的增加, 蛋糕的硬度先明显减小, 当添加量继续增加时, 蛋糕硬度也随之增加。

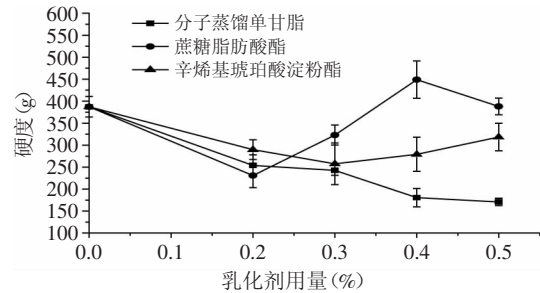


图1 乳化剂的种类和用量对蛋糕硬度的影响

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

2.1.2 乳化剂对蛋糕咀嚼性的影响 由图1、图2可知, 这三种乳化剂对蛋糕咀嚼性的影响程度及趋势类似于对蛋糕硬度的影响。这表明蛋糕的硬度和蛋糕的咀嚼性具有良好的正相关性(其相关系数为0.99)。

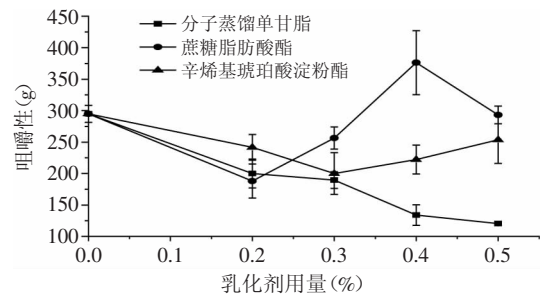


图2 乳化剂的种类和用量对蛋糕咀嚼性的影响

Fig.2 Influence of emulsifier types and dosages on cake chewiness

2.1.3 乳化剂对蛋糕黏着性的影响 由图3可知, 分子蒸馏单甘酯和蔗糖脂肪酸酯对蛋糕黏着性的影响不大且没有明显的变化趋势。而随着辛烯基琥珀酸淀粉酯添加量的增加, 蛋糕黏着性先减少, 后增大再减小, 当添加量大于0.3%时, 蛋糕黏着性迅速减小。

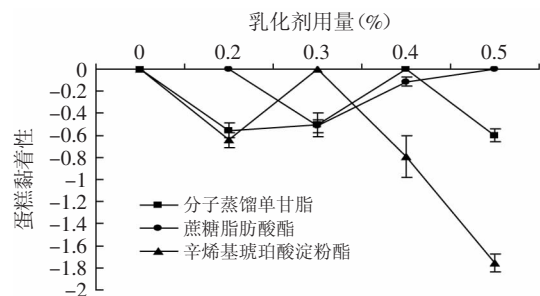


图3 乳化剂的种类和用量对蛋糕黏着性的影响

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

2.1.4 乳化种类和用量对蛋糕比容的影响 由图4可知, 随着分子蒸馏单甘酯添加量增加, 蛋糕比容增

表3 正交实验设计及结果

Table 3 Results and design of orthogonal experiment

实验号	A	B	C	蛋糕指标			
				硬度(g)	咀嚼性(g)	比容(mL·g ⁻¹)	感官评分
1	1	1	1	192.18±9.07	141.41±5.26	4.25±0.73	79.60±6.80
2	1	2	2	265.45±14.19	196.76±12.64	4.28±0.65	83.40±3.78
3	1	3	3	363.35±19.68	269.18±19.96	4.27±0.21	77.00±6.67
4	2	1	2	171.62±12.64	125.77±9.69	4.61±0.23	77.80±6.87
5	2	2	3	418.42±22.70	310.05±13.97	4.07±0.52	77.40±9.29
6	2	3	1	229.94±40.13	165.49±30.46	4.56±0.27	80.00±7.07
7	3	1	3	182.09±6.23	138.60±7.19	4.71±0.60	83.40±3.65
8	3	2	1	134.44±4.26	101.99±3.85	4.13±0.32	82.60±5.59
9	3	3	2	150.52±15.05	114.47±9.95	4.16±0.49	80.00±9.27

大,添加量为0.5%时,蛋糕比容最大(4.86mL/g);蛋糕比容越大,其体积就越大,重量就越小,表现为蛋糕内部的气孔大小均匀,孔壁厚薄均一,外观膨松饱满,感官品质好。辛烯基琥珀酸淀粉酯与蔗糖脂肪酸酯对蛋糕比容影响不显著。

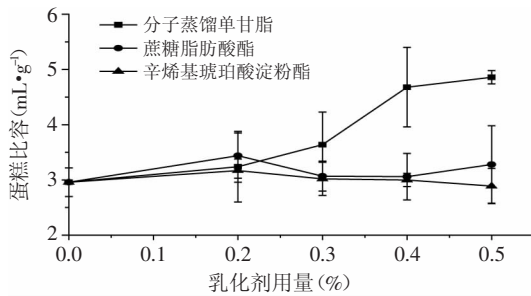


图4 乳化剂的种类和用量对蛋糕比容的影响

Fig.4 Influence of emulsifier types and dosages on cake specific volume

2.2 复合乳化剂配方的确定

通过正交实验对复合乳化剂的配方进行确定,正交实验设计及结果见表3。由表3可知,蛋糕硬度和咀嚼性最小的是第八组,比容最大及感官评价最好的是第七组;结合图1~图4可知,复配乳化剂的效果明显优于单一乳化剂,能显著改善蛋糕的综合品质。

表4 正交实验方差分析结果

Table 4 Results of orthogonal experiment by variance analysis

方差来源	自由度	平方和	均方和	F值	显著性
模型	6	111869.30	18644.88	3.54	**
A	2	76190.93	38095.47	7.23	**
B	2	27011.97	13505.99	2.56	*
C	2	8666.39	4333.19	0.82	
误差	20	105405.02	5270.25		
总和	26	217274.32			

注:*表示相关性达到显著水平, $p<0.05$; **表示相关性达到极显著水平, $p<0.01$ 。

汪磊^①、张薇^②等研究表明,硬度值和咀嚼性与蛋糕品质呈负相关,粘着性与蛋糕品质呈正相关,且与本研究相一致,将硬度、咀嚼性、比容与感官评分做相关性分析,其相关程度从大到小依次为硬度、咀嚼性、比容。其中,硬度和咀嚼性呈显著正相关,其相关系数为0.99;硬度和咀嚼性与感官评分呈负相关,相关系数分别为-0.75、-0.68;比容和感官评分呈正

相关,相关系数为0.61。因此,本实验以硬度为指标对正交实验进行方差分析。由表4可知,在0.05的水平上,乳化剂对蛋糕品质影响大小依次为:分子蒸馏单甘酯、蔗糖脂肪酸酯、辛烯基琥珀酸淀粉酯。

表5 蛋糕硬度平均值(g)

Table 5 Mean value of cake hardness(g)

均值	A	B	C
k ₁	273.99 ^a	190.95 ^b	254.99 ^a
k ₂	260.32 ^a	268.43 ^a	214.82 ^a
k ₃	155.09 ^b	230.02 ^{ab}	219.60 ^a

注:字母相同代表无显著差异,字母不同代表差异显著,图5同。

由表5可知,分子蒸馏单甘酯、蔗糖脂肪酸酯两种乳化剂各水平间具有差异性,而辛烯基琥珀酸淀粉酯无差异性。综合考虑各因素显著性及比容、感官评分后,选择复合乳化剂的适宜配比为A₃B₁C₃,即0.6%的分子蒸馏单甘酯、0.2%的蔗糖脂肪酸酯和0.3%的辛烯基琥珀酸淀粉酯,从表3的结果可以看出,该组的感官评分最高为83.40,比容最大为4.71mL/g。

2.3 复合乳化剂对蛋糕抗老化性能的影响

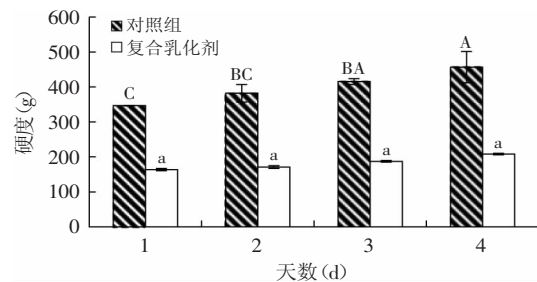


图5 蛋糕储藏过程中的硬度值

Fig.5 Hardness value of cake on storage

注:不同上标字母表示随着天数的增加,差异显著($p<0.05$)。

由图5可知,添加复合乳化剂制作的蛋糕随着贮藏天数的增加,添加组蛋糕硬度在前3天无差异性变化;而对照组蛋糕硬度有较明显的增大趋势,且变化显著,保存到第4d蛋糕已经口感干涩,难以下咽;添加了复合乳化剂的蛋糕,质地较柔软,口感较细腻,仍有较好的感官品质;这是由于乳化剂在蛋糕熟化即淀粉糊化的过程中,其疏水基团进入直链淀粉的螺旋结构中,与直链淀粉结合,形成不溶性的乳化剂-直链淀粉络合物,这样直链淀粉就不易发生重结晶,从而抑制淀粉老化。因此复合乳化剂对于蛋糕

具有一定的抗老化能力。

3 结论

分子蒸馏单甘酯可有效地增加蛋糕比容, 并使其质地绵软细腻。蔗糖脂肪酸酯与辛烯基琥珀酸淀粉酯可有效地改善蛋糕内部结构, 使其均匀致密。分子蒸馏单甘酯、蔗糖脂肪酸酯和辛烯基琥珀酸淀粉酯复合使用对蛋糕品质的影响大于且优于单一乳化剂, 具有改良质地和抗老化双重作用。复合乳化剂的适宜配比为: 0.6%的分子蒸馏单甘酯、0.2%的蔗糖脂肪酸酯和0.3%的辛烯基琥珀酸淀粉酯。

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] 邓瑞君, 徐荣雄. 复合乳化剂提高海绵蛋糕质量的研究[J]. 中国粮油学报, 1999, 14(5): 47-50.

- [3] 宋广勋, 冯光炷, 李和平, 等. 辛烯基琥珀酸淀粉酯的合成及其应用研究进展[J]. 粮油加工, 2006(8): 81-84.
[4] Zhengmao Zhang, Siming Zhao, Shanbai Xiong. Synthesis of Octenyl Succinic Derivative of Mechanically Activated Indica Rice Starch[J]. Starch-Stärke, 2010, 62(2): 78-85.
[5] 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.
[6] 王春艳, 钟耕. 海绵蛋糕复合乳化剂研究[J]. 粮食与油脂, 2006(5): 9-11.
[7] 姜培彦. 复配型粉末搅打起泡乳化剂的制备[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
[8] 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.
[9] 张薇, 朱瑛. 面制品科学化评价的研究[J]. 粮油食品科技, 2004(5): 37-39.

(上接第305页)

外加电场消失时, 所有储存的能量释放也就产生反向电场, 由于极性电荷的不平衡导致质点产生振动^①。这一点已经被实验所证实。NaCl溶液自身非极性分子在电场作用下产生极化, 导致处理室物料电导率进一步增大, 极化的质点产生振动, 波形先呈现放电暂态特性, 然后出现振荡衰减波形。因此在设计脉冲发生器电路时必须改进脉冲优化装置, 减少能量的损失。

4 结论

论文主要研究了液体食品电导率对脉冲波形和能量的影响。电导率的升高严重影响波形的触发沿上升时间, 降低了PEF的杀菌效果。因此, 选择有短上升沿时间的脉冲可以提高PEF的处理效果。然后再通过处理室中热量与电导率的关系式得出低电导率的液体比高电导率的液体具有更高的杀灭微生物的优势。对于PEF发生器, 当处理区域的电导率改变时, 特别是在高电导率的条件下, 波形发生失真。同时, PEF系统中热影响升高, 能量效率降低, 因此在设计研制的高压脉冲电场设备时, 在发生器中添加脉冲优化网络是一个很好的选择。在不同电导率的情况下能很好控制波形的稳定性并应用于食品杀菌, 在处理高电导率物料方面, 当设计等效负载与脉冲变压器匹配时也能够扩大PEF的适用范围。

参考文献

- [1] 陈梅英, 高明才, 龚雪梅, 等. 高压脉冲杀菌集成冷冻浓缩加工果汁的工艺[J]. 农业工程学报, 2009, 25(3): 237-241.
[2] 金伟, 平雪良. 高压脉冲电场杀菌系统的研究进展[J]. 食品与机械, 2012, 28(1): 247-258.
[3] 张若兵, 陈杰, 肖健夫, 等. 高压脉冲电场设备及其在食品非热处理中的应用[J]. 高电压技术, 2011, 37(3): 777-786.
[4] Neumann E, Sowers A E, Jordan C, et al. Electroporation and electrofusion in cell biology[M]. New York: Plenum Press, 1989: 61-82.

- [5] Jayaram S, Castle G S P, Margaritis A. The effects of high field DC pulse and liquid medium conductivity on survivability of lactobacillus brevis[J]. Applied Microbiology And Biotechnology, 1993, 40(1): 117-122.
[6] 方婷, 钟海荣, 陈锦权. 高压脉冲电场处理冷冻浓缩枇杷汁的研究[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(17): 170-173.
[7] 龚雪梅. 高压脉冲电场F值理论及其在冷冻浓缩西瓜汁中的应用[D]. 福州: 福建农林大学, 2009.
[8] 金伟, 平雪良, 吉祥, 等. 高压脉冲电场共场杀菌处理室性能仿真与实验[J]. 农业工程学报, 2012, 28(19): 39-47.
[9] Comsol Multiphysics. Chemical Engineering Module Model Library[Z]. Stockholm: Comsol AB, 2007.
[10] Buckow R, Schroeder S, Berres P. Simulation and evaluation of pilot-scale pulsed electric field (PEF) processing[J]. Journal of Food Engineering, 2010, 101(1): 67-77.
[11] Misaki T, Tsuboi H, Itaka K, et al. Computation of three-dimensional electric field problems by a surface charge method and its application to optimum insulator design[J]. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, 1982, 101(3): 627-634.
[12] Chen J, Zhang R B, Xiao J F, et al. Influence of Pulse Rise Time on the Inactivation of Staphylococcus Aureus by Pulsed Electric Fields[J]. IEEE Transaction on plasma science, 2010, 38(8): 1935-1941.
[13] 魏新劳, 延二宝, 李家辉, 等. 基于能量密度的PEF灭菌实验研究[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2010, 15(5): 18-21.
[14] 陈锦权, 孙沈鲁, 方婷, 等. 食品非热力加工技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2010: 158.
[15] 曾新安, 陈勇. 脉冲电场非热杀菌技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005: 165.
[16] Kowalczyk W, Hartmann C, Delgado A. Modelling and numerical simulation of convection driven high pressure induced phase changes[J]. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2004, 47(5): 1079-1089.