

山茶油无糖蛋糕的研制

郑明静, 胡 晗, 周美龄, 余 玲, 陈 妮, 曾绍校*

(福建农林大学食品科学学院, 福州 350002)

摘要: **目的** 对山茶油无糖蛋糕进行研制, 改变传统戚风蛋糕高糖高脂的成分, 开发一款具有高营养价值低血糖指数的新型保健蛋糕。**方法** 将传统戚风蛋糕的配方中的食用油和蔗糖分别替换山茶油与麦芽糖醇, 采用单因素实验和正交实验相结合, 以质构、感官评价以为指标, 研究山茶油添加量、麦芽糖醇添加量和牛奶添加量对山茶油无糖蛋糕品质的影响。**结果** 各因素对蛋糕的品质影响显著($P<0.05$), 最佳配方: 低筋面粉 110 g、玉米淀粉 10 g、麦芽糖醇 80 g、山茶油 50 g、牛奶 75 g、鸡蛋 200 g、塔塔粉 2 g。**结论** 山茶油无糖蛋糕为山茶油的推广以及无糖蛋糕的研发提供了新思路。

关键词: 山茶油; 麦芽糖醇; 蛋糕; 最佳配方

Development of camellia oil sugar-free cake

ZHENG Ming-Jing, HU Han, ZHOU Mei-Ling, YU Ling, CHEN Ni, ZENG Shao-Xiao*

(College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

ABSTRACT: Objective To develop a camellia oil sugar-free cake in order to change the ingredients of traditional Chiffon Cake with high sugar and high fat and develop a new type of healthy cake containing high nutrition and low glycemic index. **Methods** The oil and sucrose in chiffon cake' formula was replaced by camellia oil and maltose, respectively. The method of single factor experiment combining with orthogonal experiment was adopted, with texture and sensory evaluation as indexes to study the effect of the additive amount of camellia oil, maltitol, milk and other factors on the camellia oil sugar-free cake. **Results** The factors had significant influence on the quality of cake ($P<0.05$). The optimum formula were 110 g cake flour, 10 g corn starch, 80 g maltitol, 50 g camellia oil, 75 g milk, 200 g egg and 2 g cream of tartar. **Conclusion** The camellia oil sugar-free cakes can put forward a new idea for the popularize of camellia oil and development of sugar-free cakes.

KEY WORDS: camellia oil; maltitol; cake; optimum formula

1 引言

山茶油是从油茶中压榨制取的植物类油脂, 饱和脂肪酸含量高, 含有多种药理活性成分。近年来, 研究发现山茶油富含多酚类化合物, 对 DPPH 和 ABTS 自由基清除能力强, 抗氧化活性强^[1,2]; 油脂中

的黄酮类物质可以抑制脂肪酸合成酶的活性, 降低血清总胆固醇和甘油三酯的含量, 降脂降血糖功效明显^[3,4]; 另外, 山茶油中多糖和茶皂素等活性成分含量高, 抗肿瘤作用显著, 抗菌活性强^[5,6]。基于山茶油优良的食疗作用, 市场上主要将其定位为高档食用油脂, 存在产品形式过于单一、消费范围相对较小

*通讯作者: 曾绍校, 副教授, 主要研究方向食品工程与生产工艺。E-mail: zsxfst@163.com

*Corresponding author: ZENG Shao-Xiao, Associate Professor, Fujian Agriculture and Forestry University, No.55, Shangxiadian Road, Cangshan District, Fuzhou 350002, China. E-mail: zsxfst@163.com

等问题, 有待进一步加强产品的应用与推广, 促进茶油制品多样化开发与研究。

另一方面, 随着现代人保健意识的增强, 甜点的无糖概念越发引人注目, 通常以木糖醇、麦芽糖醇或多元糖醇等功能性甜味剂替换传统的蔗糖或葡萄糖等。麦芽糖醇(maltitol), 分子式 $C_{12}H_{24}O_{11}$, 由淀粉经酶解后生成的麦芽糖浆进一步催化浓缩而成, 甜度与蔗糖接近, 热量仅为蔗糖的 10% 左右^[7]。临床试验证明麦芽糖醇不会引起人体血糖值突升^[8], 应用于烘焙食品中以降低甜点的热量并改善甜点的品质^[9,10]。戚风蛋糕是备受消费者欢迎的蛋糕制品, 口感细腻松软, 风味浓郁, 市场占有率高。故本文在戚风蛋糕制作中以山茶油和麦芽糖醇替代传统的食用油和蔗糖, 旨在研制一款绿色、保健、卫生的山茶油无糖蛋糕, 以期提高蛋糕制品的营养价值和食疗功效, 增加蛋糕附加值的同时可以促进山茶油的推广与应用。

2 材料与方法

2.1 材料与设备

山茶油, 购自福建省尤溪县沈郎乡食用油有限公司; 麦芽糖醇, 购自郑州市伟丰生物科技有限公司; 低筋面粉、鸡蛋、玉米淀粉、塔塔粉等均为市售产品。

九阳 JYL-F700 打蛋器(九阳股份有限公司); 美的 MG25AF-PRR 烤箱(美的集团有限公司); TA-XT2i 质构仪(英国 Stable Micro System 公司)。

2.2 蛋糕制作的工艺流程

将蛋液的蛋清与蛋黄分离, 蛋黄加入山茶油、部分麦芽糖醇和低筋面粉打发, 同时将剩余的麦芽糖醇分 3 次加入正在打发的蛋白中至蛋白出现硬性发泡为止。将打发好的蛋白分 3 次加入蛋黄糊中上下翻转混匀, 倒入模具, 烘焙, 成品。

2.3 试验方法

预实验确定蛋糕的基础配方和工艺条件: 低筋面粉 110 g, 山茶油 55 g, 麦芽糖醇 60 g, 牛奶 65 g, 玉米淀粉 10 g, 鸡蛋 200 g, 塔塔粉 2 g。烘焙条件为 150 °C 烘焙 25 min。

2.3.1 山茶油添加量的确定

山茶油添加量分别为: 35、45、55、65、75 g。根据感官评分和淀粉消化率等指标综合确定山茶油的用量。其他材料添加量为: 麦芽糖醇 60 g, 牛奶 65

g, 低筋面粉 110 g。

2.3.2 麦芽糖醇添加量的确定

麦芽糖醇添加量分别为: 60、70、80、90、100 g。根据感官评分和淀粉消化率等指标综合确定麦芽糖醇的用量。30% 麦芽糖醇加入蛋黄, 其余 70% 的糖醇分三次加入蛋白, 打发至硬性发泡为止。其他材料添加量为: 山茶油 55 g, 牛奶 65 g, 低筋面粉 110 g。

2.3.3 牛奶添加量的确定

牛奶添加量分别为: 45、55、65、75、85 g。根据感官评分和淀粉消化率等指标综合确定山茶油的用量。其他材料添加量为: 麦芽糖醇 60 g, 山茶油 55 g, 低筋面粉 110 g。

2.3.4 比容的测定

称取蛋糕的质量记为 M_1 , 将蛋糕置于放入 100 mL 烧杯中, 倒入小米至 100 mL, 再将小米放入量筒中称量体积记为 V_1 , 两者之差为蛋糕的体积 $(100 - V_1)$ mL。比容为体积与蛋糕质量之比, 即比容 (mL/g)

$$= \frac{100 - V_1}{M_1}。$$

2.3.5 蛋糕质构的测定

将冷却后的蛋糕去除上表面, 切分成 5 cm 的正方形, 置于载物台上测定。质构参数设定: 探头 P/50, 测试速度 1 mm/s, 压缩形变量为 50%, 压力为 5 g。

2.3.6 蛋糕的感官评价方法

以 GB/T24303-2009 国标为准^[11], 从比容、切面结构、外观、口感 4 个方面进行感官评价, 邀请 20 名品评人员评分, 100 分制, 其中口感和外观分别为 30 分, 比容和切面结构分别为 20 分。详见表 1。

3 结果与分析

3.1 山茶油添加量对蛋糕品质的影响

在蛋糕质构检测方面, 常以硬度、咀嚼性、弹性和内聚性为指标, 硬度和咀嚼性与蛋糕品质呈负相关, 而弹性和内聚性则与蛋糕品质呈正相关^[12,13]。不同山茶油添加量对蛋糕质构的影响结果如图 1 所示, 随着山茶油添加量的增加, 蛋糕的硬度和咀嚼性大致逐渐上升, 而弹性和内聚性呈下降趋势, 但下降趋势不明显, 表明油脂在蛋糕中虽然能够改善蛋糕结构和口感风味, 但是添加量增多, 其质构品质反而下降。从蛋糕的感官评分和比容指标(图 2)可以看出, 随着山茶油添加量的增加, 蛋糕的比容和感官评分呈先上升后下降的趋势, 这与油脂会降低蛋清蛋白

质的发泡性和稳定性、具有消泡作用的性质相关,但不添加油脂则会使蛋糕颗粒粗糙、质构低劣^[14]。故综合考虑各项指标,选择山茶油的添加量在45~55 g之间。

3.2 麦芽糖醇添加量对蛋糕品质的影响

麦芽糖醇是一种适用于糖尿病患者、“三高”患者或肥胖人群食用的、低热量、低甜度的功能糖醇,已被推广及应用于无糖糕点或其他无糖食品的开发中^[15]。本研究发现麦芽糖醇取代戚风蛋糕中的蔗糖后能够改善产品色泽,对蛋糕总体质量影响不大,与郝月慧等^[10]的研究相一致。

通过改变蛋糕制作时麦芽糖醇的添加量,研

究不同麦芽糖醇添加量对蛋糕质构的影响,如图3所示。结果显示:随着麦芽糖醇添加量的增加,蛋糕的硬度和咀嚼性逐渐降低,而弹性和内聚性大致呈上升趋势,但上升趋势不明显,说明麦芽糖醇可以明显改善产品的质构品质,推测与其降低鸡蛋液的表面张力、提高蛋液气泡的稳定性的性能相关^[16]。从图4可以看出,麦芽糖醇可以显著提高蛋糕的比容,但是麦芽糖醇用量增大,其感官评分先升后降,在麦芽糖醇80 g时评分最高,但是麦芽糖醇用量过多导致蛋糕甜度过高、表面开裂、容易出现皱缩等现象。综上,选择麦芽糖醇添加量为70~90 g。

表1 山茶油无糖蛋糕的感官评分标准
Table 1 The sensory evaluation standards of camellia oil sugar-free cake

比容(20分)		切面结构(20分)		口感(30分)		外观(30分)	
评分标准	得分	评分标准	得分	评分标准	得分	评分标准	得分
比容范围: 4~5.5	15~20	孔泡细密(0.3~0.5 mm), 大小均匀	15~20	细腻、绵软、不粘牙	22~30	正常隆起, 表面金黄色, 蛋糕风味香浓	22~30
比容范围: 2.5~4	10~14	孔泡稍粗(0.6~0.8 mm), 基本均匀	10~14	绵软性稍差、略有粘牙	13~21	略有收缩变形, 表面略有褐色, 蛋糕风味较浓	13~21
比容范围: 1~2.5	5~9	孔泡较粗(0.8~1.0 mm), 大小不均	5~9	口感粗糙、粘牙	4~12	严重收缩变形, 颜色焦褐色, 蛋糕风味一般	4~12

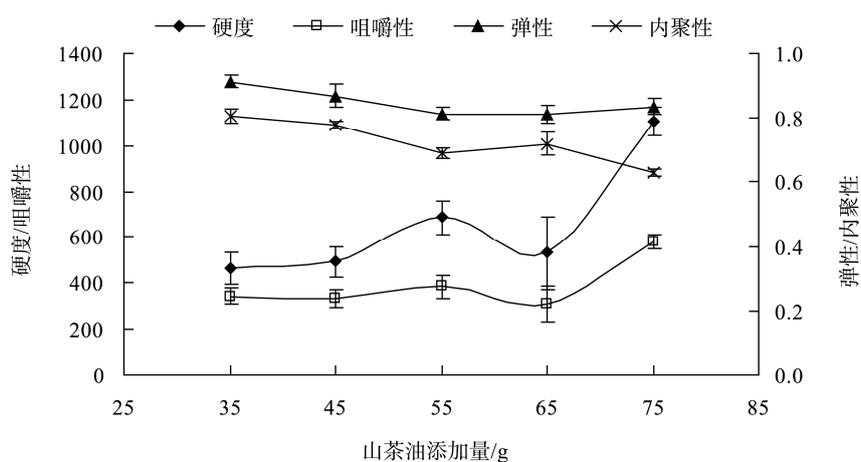


图1 不同山茶油添加量对蛋糕质构的影响

Fig. 1 Effect of different addition about camellia oil on cake's texture

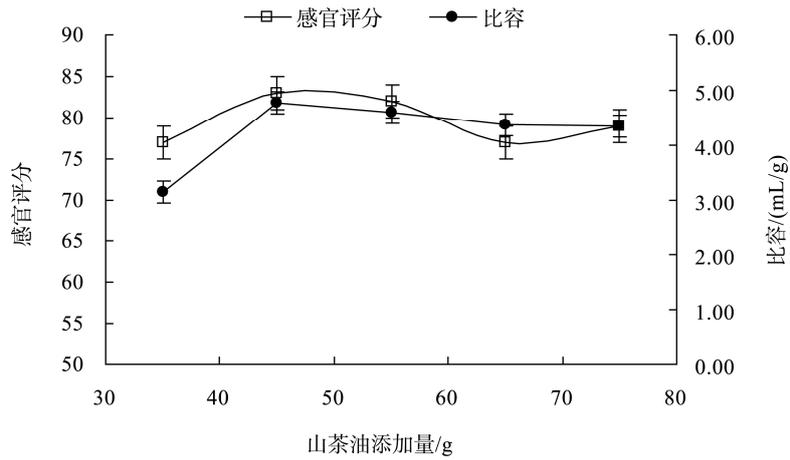


图 2 不同山茶油添加量对蛋糕感官评分及比容的影响

Fig. 2 Effect of different addition about camellia oil on cake's sensory score and specific volume

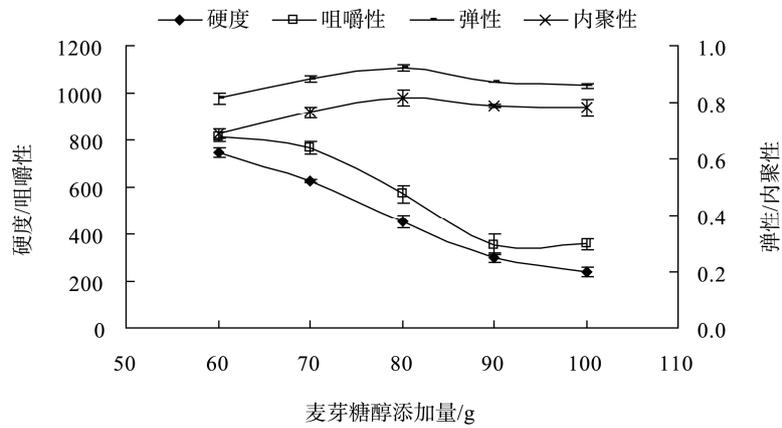


图 3 不同麦芽糖醇添加量对蛋糕质构的影响

Fig. 3 Effect of different addition about maltitol on cake's texture

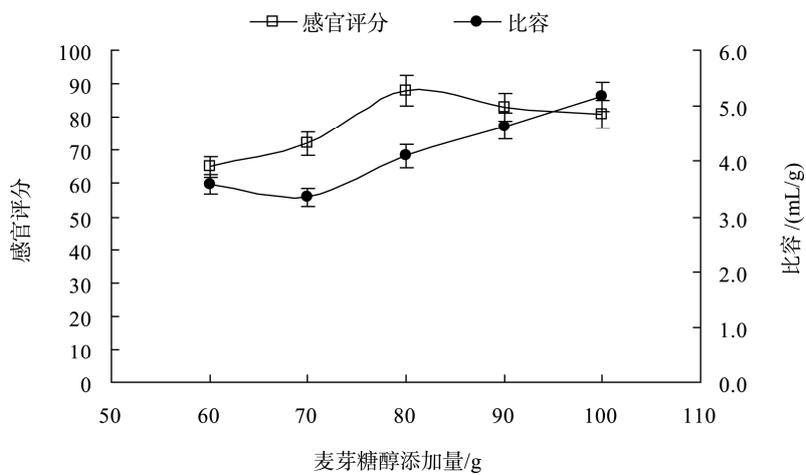


图 4 不同麦芽糖醇添加量对蛋糕感官评分及比容的影响

Fig. 4 Effect of different addition about maltitol on cake's sensory score and specific volume

3.3 牛奶添加量对蛋糕品质的影响

水分是影响蛋糕品质的重要因素, 只有在水分充足的情况下, 蛋糕制品才显示出柔软细嫩的特色^[17]。为了提高蛋糕制品的风味和营养价值, 本研究以牛奶替代水分制备蛋糕。因此在设计山茶油无糖蛋糕时需要考虑牛奶添加量, 以提高蛋糕品质。从图5可以看出, 随着牛奶添加量的增加, 蛋糕的硬度和咀嚼性先降低后有所回升, 而弹性和内聚性有所升高, 趋势平缓。如图6所示, 不同牛奶添加量对蛋糕感官评

分及比容的影响趋势相一致: 随着牛奶添加量的升高, 比容和感官评分均增加; 添加量为65 g时, 品质最佳, 继续增加牛奶用量, 比容和感官评分均降低。结果表明, 适量的牛奶充分溶解糖醇、低筋面粉等干性物料, 使蛋糕结构蓬松细软, 可以增加蛋糕的风味与口感; 但是过量的牛奶不易维持蛋糕结构的稳定, 在烘焙时蛋糕过度膨胀, 表面开裂, 冷却后体积皱缩严重, 品质下降。综合认为牛奶添加量应选择在65~75 g之间为宜。

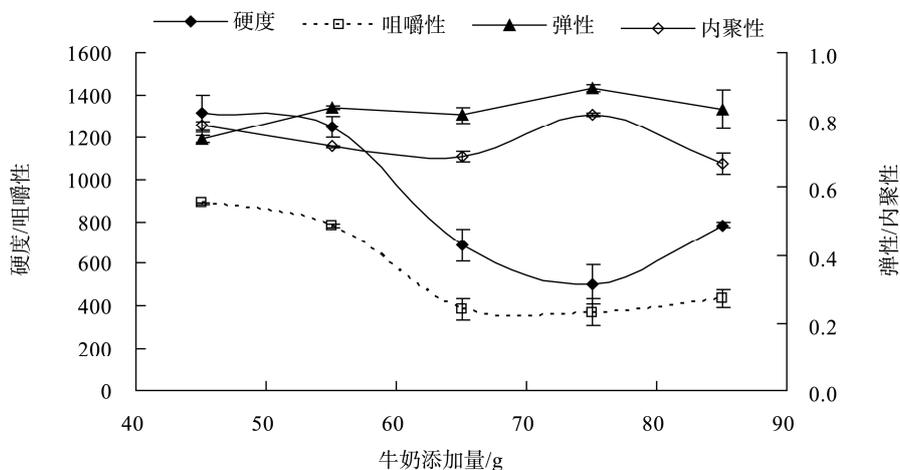


图5 不同牛奶添加量对蛋糕质构的影响

Fig. 5 Effect of different addition about milk on cake's texture

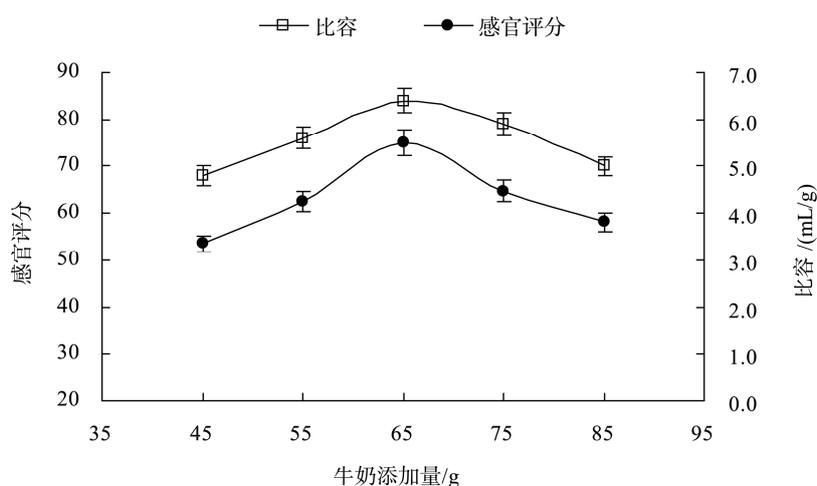


图6 不同牛奶添加量对蛋糕感官评分及比容的影响

Fig. 6 Effect of different addition about milk on cake's sensory score and specific volume

3.4 最佳配方的确定

在单因素实验的基础上, 采用三因素三水平正交实验法, 以感官评分为指标, 正交表如表 2 所示, 实验结果及方差分析结果如表 3 和表 4 所示。L₉(3⁴) 正交试验结果如表 3 所示, 极差 R_H 的大小顺序: R_B>R_A>R_C>R_D, 影响蛋糕品质的主次因素 B>A>C>D, 即麦芽糖醇(B)>山茶油(A)>牛奶(C) >空白; 进一步分析可得山茶油无糖蛋糕的最佳配方为: A₂B₂C₃, 即麦芽糖醇 80 g、山茶油 50 g、牛奶 75 g。正交试验方差分析结果说明, 山茶油和芽糖醇和牛奶对蛋糕品质的影响差异性显著(P<0.05), 麦芽糖醇对蛋糕品质的影响差异性极显著(P<0.01)。

表 2 试验因素和水平表
Table 2 Factors and levels of the experiment

水平	因素		
	A 山茶油(g)	B 麦芽糖醇(g)	C 牛奶(g)
1	45	70	65
2	50	80	70
3	55	90	75

表 3 L₉(3⁴)正交试验设计表
Table 3 The orthogonal design L₉(3⁴)

处理号	A 山茶油(g)	B 麦芽糖醇(g)	C 牛奶(g)	D 空列	感官评定 H(分)
1	1 (45)	1 (70)	1 (65)	1	81.63
2	1	2 (80)	2 (70)	2	84.35
3	1	3 (90)	3 (75)	3	78.26
4	2 (50)	1	2	3	83.56
5	2	2	3	1	91.29
6	2	3	1	2	80.32
7	3 (55)	1	3	2	84.67
8	3	2	1	3	87.45
9	3	3	2	1	75.96
H1	81.4133	83.2867	83.1333	82.9600	
H2	85.0567	87.6967	81.2900	83.1133	
H3	82.6933	78.1800	84.7400	83.0900	
R _H	3.6434	9.5167	3.4500	0.1533	
最佳配方	A ₂	B ₂	C ₃	D ₂	

表 4 正交试验方差分析表

Table 4 The variance analysis of the orthogonal design

因素	平方和	自由度	F 值	P 值	
A	20.4976	2	500.4845	0.0020	
B	136.0931	2	3322.9457	0.0003	
感官评分	C	17.8818	2	436.6137	0.0023
	D	0.041	2		
误差	0.041	2			
总和	174.5134				

4 结论

采用正交实验法, 以感官评分为指标, 得到山茶油无糖蛋糕的最佳配方为: 低筋面粉 110 g、玉米淀粉 10 g、麦芽糖醇 80 g、山茶油 50 g、牛奶 75 g、鸡蛋 200 g、塔塔粉 2 g。产品口感细腻, 相对热量低, 食疗功效显著, 提高了蛋糕的食用品质和附加值, 同时可促进山茶油制品多样化, 进一步扩大山茶油的应用范围。

参考文献

- [1] Jo YH, Yuk HG, Lee JH, et al. Antioxidant, tyrosinase inhibitory, and acetylcholinesterase inhibitory activities of green tea (*Camellia sinensis* L.) seed and its pericarp [J]. Food Sci Biotechnol, 2012, 21(3): 761-768.
 - [2] Shen JF, Zhang ZY, Tian B, et al. Lipophilic phenols partially explain differences in the antioxidant activity of subfractions from methanol extract of camellia oil [J]. Eur Food Res Technol, 2012, 235(6): 1071-1082.
 - [3] Chen QP, Wu XQ, Liu LL, et al. Polyphenol-rich extracts from *Oiltea camellia* prevent weight gain in obese mice fed a high-fat diet and slowed the accumulation of triacylglycerols in 3T3-L1 adipocytes [J]. J Funct Food, 2014, 9: 148-155.
 - [4] Ye Y, Xing HT, Guo Y. Hypolipidemic effect of a novel biflavonoid from shells of *Camellia oleifera* (Abel.) [J]. Indian J Exp Biol, 2013, 51(6): 458-463.
 - [5] Xu RJ, Ye H, Sun Y, et al. Preparation, preliminary characterization, antioxidant, hepatoprotective and antitumor activities of polysaccharides from the flower of tea plant (*Camellia sinensis*) [J]. Food Chem Toxicol, 2013, 50(7): 2473-2480.
 - [6] 王廷芳. 油茶皂素及其水解产物的分离及降血脂抗氧化活性研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- Wang TF. Studies on separation of sasanquasaponin and its hydrolyzed products and their hypolipidemic and antioxidant

- activities [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2012.
- [7] 郑建仙. 功能性糖醇[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
Zheng JX. Functional sugar alcohol [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005.
- [8] 苏永, 黄宝平, 王丽, 等. 麦芽糖醇对糖尿病及非糖尿病人群血糖的影响[J]. 医药论坛杂志, 2012, 33(5): 25-26.
Su Y, Huang BP, Wang L, *et al.* Influence of maltitol on blood glucose of diabetes and nondiabetes [J]. J Med Forum, 2012, 33(5): 25-26.
- [9] 林聖敦, 林柏松, 王雪芳, 等. 異麥芽寡糖戚風蛋糕對人體血液生化值、便秘及糞臭素之影響[J]. 臺灣營養學會雜誌, 2005, (2):108-115.
Lin SD, Lin BS, Wang XF, *et al.* The effect of isomaltooligosaccharide chiffon cake on human blood biochemical values, constipation and skatole [J]. Nutr Soc Taiwan, 2005, (2): 108-115.
- [10] 郝月慧, 贾春利, 王凤, 等. 三种糖醇对海绵蛋糕面糊流变学、热力学及烘焙学特性影响的比较研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(6): 298-302
Hao YH, Jia CL, Wang F, *et al.* A comparative research of the influences of maltitol, xylitol and erythritol on the rheological, thermal and baking properties of sponge-cake batter [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(6): 298-302.
- [11] GB/T 24303-2009 粮油检验·小麦粉蛋糕烘焙品质试验·海绵蛋糕法[S].
GB/T 24303-2009 Inspection of grain and oils-Method for cake-making of wheat flour-Sponge cake[S].
- [12] Mancini M, Moresi M, Rancini R. Uniaxial compression and stress relaxation tests on alginate gels [J]. J Texture Stud, 1999, 30(6): 639-657.
- [13] 陈洁, 张龙涛, 陈玲, 等. 紫薯保健蛋糕的研制[J]. 福建轻纺, 2013, (12): 25-32.
Chen J, Zhang LT, Chen L, *et al.* Development of purple potato health cake [J]. Light Textile Ind Fujian, 2013, (12): 25-32.
- [14] 刘宾洋. 油脂在焙烤中的作用[J]. 食品科学, 1988, (10):36-37.
Liu BY. Role of fats in baking process [J]. Food Sci, 1988, (10): 36-37.
- [15] Konar N, Poyrazoglu ES. Tooth-friendly and prebiotic milk chocolate containing inulin and maltitol [J]. Phar Nutr, 2014, 2(3): 115-115.
- [16] 郝月慧, 汤晓娟, 黄卫宁, 等. 糖醇对鸡蛋液功能特性及无糖海绵蛋糕烘焙品质的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(3): 49-53, 59.
Hao YH, Tang XJ, Huang WN, *et al.* Effect of sugar alcohols on the functional characteristics of raw egg mixtures and the qualities of sugar-free sponge cake [J]. Sci Technol Food Ind, 2015, 36(3): 49-53, 59.
- [17] 陈芳烈. 蛋糕制作工艺与基本理论(六)[J]. 食品工业, 1997, (6): 16-18.
Chen FL. Cake production process and basic theory (sixth) [J]. Food Ind, 1997, (6): 16-18.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



郑明静, 硕士研究生, 主要研究方向为功能性食品研究与开发。
E-mail: 413442329@qq.com



曾绍校, 博士, 副教授, 福建农林大学食品科学学院食品安全系主任, 主要研究方向食品工程与生产工艺。
E-mail: zsxfst@163.com