

含Olestra低脂休闲蛋糕体系的流变学、微结构与烘焙特性

汤晓娟¹, 王 凤¹, 贾春利¹, 黄卫宁^{1,*}, 姚 远², 郑建仙³, Lu-fang WEN⁴

(1.江南大学 食品科学与技术国家重点实验室, 江苏 无锡 214122; 2.无锡麦吉贝可生物食品有限公司, 江苏 无锡 214131; 3.华南理工大学食品与生物工程学院, 广东 广州 510640; 4.美国宝洁公司, 美国 俄亥俄州 辛辛那提市 45202)

摘 要: 以Olestra为脂肪替代物替代休闲蛋糕配方中的部分脂肪(替代率分别为质量分数25%、50%、75%), 研究其对面糊的密度、微观结构及流变学特性的影响, 并对休闲蛋糕产品的理化参数、质构、感官评定进行研究。结果表明: 当脂肪替代率为25%时, 休闲蛋糕面糊流变特性和休闲蛋糕品质和对对照组差别不大; 脂肪替代率为50%时, 会显著增大面糊密度, 减少面糊中气泡数目, 降低休闲蛋糕比容。TPA结果表明添加脂肪替代物会使休闲蛋糕的硬度和咀嚼度显著增加。

关键词: Olestra; 休闲蛋糕; 脂肪替代物; 面糊; 流变特性; 微观结构; 质构

Effect of Olestra on Microstructure, Rheological Properties and Baking Properties of Snack Cake

TANG Xiao-juan¹, WANG Feng¹, JIA Chun-li¹, HUANG Wei-ning^{1,*}, YAO Yuan², ZHENG Jian-xian³, Lu-fang WEN⁴

(1. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Magibake International Co. Ltd., Wuxi 214131, China; 3. School of Food and Bioengineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China; 4. Procter & Gamble Company, Cincinnati 45202, USA)

Abstract: The effect of partial fat substitution with olestra in different proportions (25%, 50% and 75%) on paste density, microstructure and rheological properties and physiochemical parameters, texture and sensory characteristics of snack cakes was studied. At a fat substitution level of 25%, only little differences in rheological properties of flour paste and the quality of snack cakes were observed compared with control group. Fat substitution at a level of 50% resulted in an obvious increase in paste density and a decrease in the number of gas bubbles and the specific volume of snack cakes. TPA showed that the hardness and chewiness of snack cakes could be markedly improved by fat substitution with olestra.

Key words: olestra; snack cake; fat substitute; flour paste; rheological properties; microstructure; texture

中图分类号: TS201.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)01-0001-07

蛋糕是一种高热量的烘焙产品, 由于其良好的口感和松软的质地而备受消费者的青睐。在蛋糕的制作过程中, 油脂是主要原料之一, 它不仅能够提高制品的营养价值, 而且对产品的面糊调制、熟制加工、成品贮存以及制品的色、香、味均有很大的作用^[1]。然而, 由于饮食习惯和社会基本物质条件的改变, 一些人摄入脂肪的量超过机体代谢所需, 过剩的脂肪在体内积累后, 便会出现肥胖症, 肥胖症会进一步导致高血脂、高血压、脑血栓等慢性疾病^[2]。近年来随着人们对健康饮食的追求, 自然、低热量食品成为研究的热点。然而, 如果只单纯减

少食品配料中脂肪的含量会给产品风味、质构和口感特性等带来一系列的变化^[3]。因此在减少食品中脂肪含量的时候, 必须同时考虑脂肪对食品品质的影响。

Olestra是一种类似食用脂肪的人造蔗糖脂肪酸聚酯, 它是脂肪酸和蔗糖酯化产物, 由蔗糖代替甘油和6、7、8个脂肪酸分子酯化而成。由于Olestra特殊的分子结构, 其中的酯键被严密包裹而隐藏起来。消化酶由于立体位阻不能接近脂肪酸的支链, 使大分子的Olestra不能被吸收, 故不增加食品的热量^[4]。Olestra具有传统脂肪的亲脂性, 可以溶解一定量的胆固醇, 再加上蔗糖聚酯的

收稿日期: 2011-12-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(31071595; 20576046); 美国农业部国际合作项目[A-(86269)]; 国家农业科技成果转化资金项目(2009GB23600520; 2011GB2C100017); 广东省-教育部产学研结合项目(2011B090400592)

作者简介: 汤晓娟(1988—), 女, 硕士研究生, 研究方向为烘焙科学、功能配料与食品添加剂。E-mail: tangtinaxiao@hotmail.com

*通信作者: 黄卫宁(1963—), 男, 教授, 博士, 研究方向为烘焙科学与发酵技术、谷物食品化学。E-mail: wnhuang@jiangnan.edu.cn

不吸收性,从而降低了对胆固醇的吸收^[5]。同时, Olestra 在外观、香味、热稳定性和品质方面均与标准脂肪相似,因此,适用于脂肪替代品。目前Olestra已经应用于薯片等咸味休闲食品上,但是在休闲蛋糕产品中的应用尚未见报道。

面粉是制作蛋糕的重要原料,在休闲蛋糕配方中约占32.8%,面粉的品质直接影响到休闲蛋糕产品的质量。红皮小麦粉具有粉色白、面筋数量适中、稳定性高、面团弹性好、食品加工性能好等优点,适合制作优质馒头和面条,但其在休闲蛋糕等糕点类产品中的适用性尚待考证。

本实验以一种休闲蛋糕为研究对象,将Olestra作为脂肪替代物,分别添加到以红皮小麦低筋粉(粉A)和普通小麦低筋粉(粉B)为主要原料的休闲蛋糕配方中,代替配方中质量分数为25%、50%、75%的起酥油,研究其对休闲蛋糕面糊密度、微观结构和流变学特性的影响,并对休闲蛋糕产品的理化参数、质构特性、感官评定进行进一步研究。同时也对比Olestra在红皮小麦低筋粉和普通小麦低筋粉两种不同休闲蛋糕体系中的应用效果。

1 材料与方法

1.1 材料

红皮小麦低筋粉(粉A) 江苏楚龙面粉有限公司;普通低筋粉(粉B) 江苏荆元面粉有限公司; Olestra 美国宝洁公司; 起酥油 台湾强冠企业股份有限公司; 食盐、脱脂乳粉、泡打粉、鸡蛋均为市售食品级。

1.2 仪器与设备

Motic显微镜照相机 麦克奥迪实业集团有限公司; T-XT2i质构仪 英国Stable Micro Systems公司; 旋转流变仪 美国TA公司; Kitchen Aid搅拌机 美国惠而浦公司; 烤箱 上海早苗食品有限公司; SM-302切片机 新麦机械有限公司; 便携式水分活度测定仪 瑞士Novasina公司; 数显鼓风干燥箱 上海博迅实业有限公司医疗设备厂。

1.3 方法

1.3.1 低筋粉基本成分分析

水分含量分析: 参照AACC Method 44-15A《Air-Oven Methods》; 粗蛋白含量测定: 参照GB/T 5009.5—2003《食品中蛋白质的测定》; 粗脂肪含量测定: 参照GB/T 14772—2008《食品中粗脂肪的测定》; 粗灰分含量测定: 参照GB/T 5009.4—2003《食品中灰分的测定》。

1.3.2 休闲蛋糕配方

休闲蛋糕配方参照参考Nicol^[6]的配方并做适当修改,见表1。

表1 添加不同脂肪替代量的休闲蛋糕配方
Table 1 Formulations of snack cakes with the addition of olestra at various substitution levels

原料	空白组	25%替代组	50%替代组	75%替代组
低筋粉*	100	100	100	100
绵白糖	50	50	50	50
水	42	42	42	42
鸡蛋(全蛋)	50	50	50	50
食盐	1.5	1.5	1.5	1.5
脱脂乳粉	8	8	8	8
泡打粉	3.33	3.33	3.33	3.33
起酥油	50	37.5	25	12.5
Olestra	0	12.5	25	37.5

注: *, 红皮小麦低筋粉或普通小麦低筋粉。

1.3.3 休闲蛋糕制备

根据表1中的配方准确称取各种原料,首先将绵白糖和油在搅拌缸中低速(2档)搅拌1min,中速(6档)15min搅拌至白色。边慢速搅打边加入鸡蛋1min,然后中速搅打5min,得到光滑的面糊,加入水慢速搅打1min。将过筛后的低筋粉、食盐、脱脂乳粉、泡打粉一起加入搅面缸慢速搅拌1min,然后中速搅拌2min至均匀。

将搅拌好的面糊称质量装盒(每个50g),放入预热好的烘箱中(上、下火均为195℃)烘烤25min。室温下冷却1h后密封装袋待用。

1.3.4 面糊密度测定

采用简易测定法: 首先取一个平底容器并称出其质量 m_0 ,记下注满清水和容器的总质量 m_1 ,再用相同的容器盛装面糊,记为质量 m_2 ,水的密度约为1g/cm³,按式(1)计算出面糊密度(ρ)。

$$\rho/(\text{g}/\text{cm}^3) = 1 \times \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \quad (1)$$

1.3.5 面糊微观结构观察

将新鲜制备的面糊均匀地涂在载玻片上,盖上盖玻片放于电子显微镜下观察。电子显微镜物镜倍数选择“10×”。调节焦距光亮及位置,对面糊的微观结构进行观测。

1.3.6 面糊流变特性测定

取适量新鲜制备的面糊在25℃条件下用流变仪测定流变特性。平板直径选用20mm,夹缝距离为1mm。样品的剪切速率在5min内从0.1s⁻¹线性增加到100s⁻¹。利用方程(2)描述面糊的流变曲线,所有曲线符合Ostwald模型^[7]。

$$\eta = K\dot{\gamma}^{1-n} \quad (2)$$

式中: η 为表观黏度/(Pa·s); K 为稠度系数/(Pa·s ^{n}); $\dot{\gamma}$ 为剪切速率/s⁻¹; n 为流动指数。

1.3.7 理化参数分析

休闲蛋糕的比容: 采用菜籽替代法测定蛋糕的比容。将烤好的休闲蛋糕在室温下冷却1h,分别测定蛋糕

的质量和体积,按照式(3)计算休闲蛋糕比容。

$$\text{比容}/(\text{mL/g}) = \frac{\text{体积}/\text{mL}}{\text{质量}/\text{g}} \quad (3)$$

水分含量测定:分别测定0、1、3、5、7d休闲蛋糕的水分含量。

水分活度测定:分别测定0、1、3、5、7d休闲蛋糕的水分活度。利用水分活度仪在常温下测定,将样品放入样品槽中,平衡后读取数据。

1.3.8 全质构分析

将室温冷却1h后的休闲蛋糕切成24mm厚的均匀薄片进行全质构分析。采用TA-XT2i质构仪P/0.5探头,对休闲蛋糕进行连续2次压缩测试。实验参数设定为:测试前速率1.0mm/s、测试速率1.0mm/s、测试后速率1.0mm/s、压缩程度50%、2次压缩间隔时间30s。测定的指标包括硬度、黏着性、弹性、黏聚性、胶着性、咀嚼性和回复性。

1.3.9 感官分析

10名经过简单培训的感官评定人员(6名女性、4名男性)对休闲蛋糕进行感官评定。测试前产品随机编号,评定人员根据产品的色泽、外观、内部结构、口感以及风味进行评分,评分采用9分制。1~9分别代表极度不喜欢、非常不喜欢、适度不喜欢、轻微不喜欢、既不喜欢也不讨厌、轻微喜欢、适度喜欢、非常喜欢、极度喜欢。

1.4 数据分析

所有数据均为3次平行测量的平均值,采用SPSS 16.0分析软件进行数据统计分析。运用方差分析法(ANOVA)进行显著性分析,显著差异水平取 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 低筋粉基本成分

表2 低筋粉的基本成分($\bar{x} \pm s$, $n=3$)
Table2 Basic composition of low gluten flour ($\bar{x} \pm s$, $n=3$)

样品	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分
红皮小麦筋粉(粉A)	13.68±0.05	11.55±0.06	1.52±0.01	0.70±0.01
普通低筋粉(粉B)	13.42±0.04	9.03±0.07	1.54±0.02	0.80±0.01

从表2可以看出,红皮小麦低筋粉和普通小麦低筋粉相比其水分、粗脂肪(湿基值)、粗灰分(湿基值)的含量差别不大,但粗蛋白含量(湿基值)比普通低筋粉要高。

2.2 面糊密度

面糊密度是蛋糕的一个重要物理特性,它代表了搅拌过程中混入面糊中气泡的保存率。蛋糕面糊在搅拌过程中不断地拌入空气,拌入的空气越多,面糊的密度就越轻,等质量面糊烤出的蛋糕体积就越大,组织也较松软^[8]。

表3 添加不同量脂肪替代品对面糊密度的影响($\bar{x} \pm s$, $n=1$)
Table3 Effect of fat substitution at various levels on the specific gravity of flour paste ($\bar{x} \pm s$, $n=1$)

组别	面糊密度/(g/cm ³)	
	粉A	粉B
空白组	0.881±0.042 ^a	0.760±0.003 ^a
25%脂肪替代组	1.036±0.023 ^b	0.960±0.022 ^b
50%脂肪替代组	1.114±0.030 ^c	1.062±0.024 ^c
75%脂肪替代组	0.996±0.027 ^b	0.973±0.014 ^b

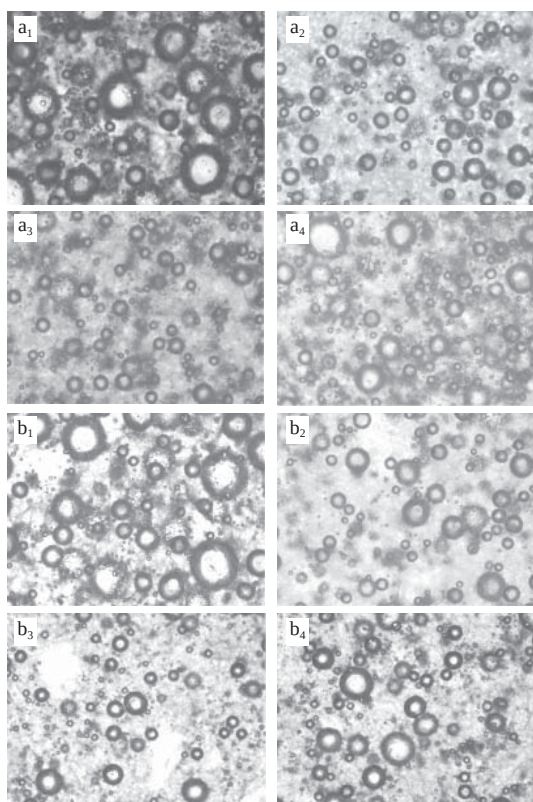
注:同一列不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。表4、5同。

从表3可以看出,无论是在含有粉A还是粉B的休闲蛋糕面糊体系中,未添加Olestra的空白组面糊密度最小,而添加50%脂肪替代品的面糊密度最大,分别比空白组增加了26.4%、39.7%(粉A、粉B)。这是由于面糊搅打过程中Olestra拌入空气的能力不及起酥油,而当Olestra添加量由25%增加到50%,而起酥油用量减少时,面糊中拌入空气的数目也随之降低^[9]。但是当油脂替代达到75%时,面糊密度又减小了。这可能与起酥油同Olestra的相容性有关。关于相容性的机理有许多学说,主要多从油脂的结晶性质上来解释^[10]。推测当面糊体系中起酥油与Olestra的添加比例接近1:1时,油脂的相容性最差,产生严重的共晶现象,从而降低了油脂拌入空气的能力;而当Olestra的添加量进一步增加到75%时,共晶现象被破坏,这时油脂拌入空气的能力又提高了。对比2种不同的低筋粉,红皮小麦低筋粉(粉A)组的面糊密度较之普通小麦低筋粉(粉B)要大,这可能与红皮小麦低筋粉的蛋白质含量较高有关。普通低筋粉的蛋白质含量为9.0%,而红皮小麦低筋粉的蛋白质含量高达11.64%,湿面筋含量达27.6%,在面糊搅拌过程中易形成面筋网络结构,阻碍面糊的打发^[11]。

2.3 面糊微观结构观察结果

在制作休闲蛋糕时,糖、油在进行搅拌过程中拌入了大量空气并产生气泡^[12]。继续加入蛋液,体系中的气泡也随之增多,当最后加入面粉后面糊形成一个复杂的水包油体系,其中,鸡蛋-糖-水-油的混合物是一个连续相,面粉颗粒分布其中,气泡使分离相相互隔离^[13]。因此,气泡是蛋糕面糊的重要组成部分,通过对面糊中气泡的分布、平均大小以及其大小的一致性可以对面糊的品质特性进行判定^[14]。

由图1可知,在两种粉(粉A和粉B)体系中,当脂肪替代率由0增加到50%时,面糊中气泡的大小和数目逐渐减少,其中空白组的大气泡数量最多,50%最少。当脂肪替代率进一步增加到75%时,大气泡的数目又有所增加,但是大小分布不均匀。这说明Olestra具有模拟脂肪的功能,能够在面糊调制过程中拌入空气,但由于其拌入气体的能力低于普通起酥油,使得添加部分Olestra后面糊中产生的气泡数目减少。



a. 粉A; b. 粉B; 下脚标1、2、3、4分别为空白组、25%脂肪替代组、50%脂肪替代组、75%脂肪替代组。

图1 添加不同脂肪替代品的新鲜面糊微观结构图

Fig.1 Microstructure of fresh flour paste with the addition of olestra at various substitution levels

2.4 面糊流变特性测定结果

表4 不同脂肪替代率的休闲蛋糕面糊的稠度系数(K)和流动特性指数(n)($\bar{x} \pm s$)
Table 4 Effect of fat substitution at various levels on the consistency coefficient (K) and flow behavior indices (n) of flour paste ($\bar{x} \pm s$)

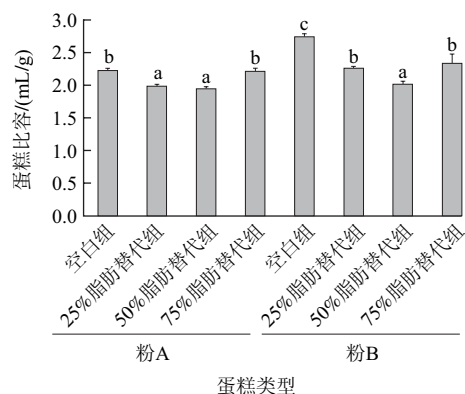
组别	$K/(\text{Pa}\cdot\text{s})$	n
粉A空白组	80.70 ± 4.62^a	0.23 ± 0.01^a
粉A 25%脂肪替代组	96.66 ± 7.56^b	0.25 ± 0.02^a
粉A 50%脂肪替代组	114.15 ± 0.91^c	0.31 ± 0.01^b
粉A 75%脂肪替代组	121.84 ± 5.24^c	0.34 ± 0.03^b
粉B空白组	91.07 ± 1.34^a	0.25 ± 0.02^a
粉B 25%脂肪替代组	99.11 ± 1.58^a	0.27 ± 0.02^a
粉B 50%脂肪替代组	124.05 ± 2.63^b	0.32 ± 0.01^b
粉B 75%脂肪替代组	138.71 ± 6.56^c	0.34 ± 0.01^b

稠度系数 K 是黏度的量度,它与流体性质有关,通常黏度越大, K 值越大。在蛋糕制作中,较高的面糊黏度十分重要,因为当面糊的黏度较大时,气泡的扩散和迁移较慢^[15-16]。室温条件下足够大的面糊黏度能够阻止面糊中的气泡溢出,有助于维持面糊的稳定性^[17]。从表4可以看出,随着脂肪替代率的增加面糊的稠度系数比空白组显著增大,面糊的黏度显著增加。这可能与Olestra本身黏度比甘油三酯高有关^[18]。流动特性指数 n 偏离1越远,流体越偏离理想状态,其黏度随着剪切速率变化而变化的

程度越大。如表4所示,所有实验组休闲蛋糕面糊流动指数都小于1,为假塑性流体,具有剪切变稀的特性。当脂肪替代率超过50%时,面糊的流动特性指数显著增大。即随着脂肪替代率的增加,面糊偏离理想状态的程度显著增大。粉A和粉B两个处理组之间的差异性与面粉中粗蛋白含量有关^[19]。

2.5 休闲蛋糕比容变化结果

蛋糕的比容是判断蛋糕产品质量的重要指标,它能够影响消费者的可接受度,并且可以反映出制作过程中所使用油脂的类型和数量^[20]。蛋糕比容大小与拌入蛋糕中气泡数目和保持气泡能力有关^[15]。要获得质量良好的蛋糕,所用油脂必需具有良好的可塑性和融合性,以保证面糊搅拌过程中拌入空气和保存空气的能力^[11]。

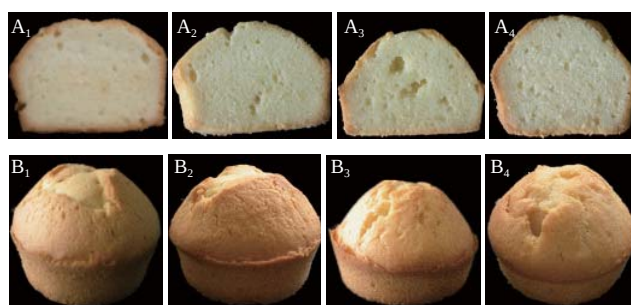


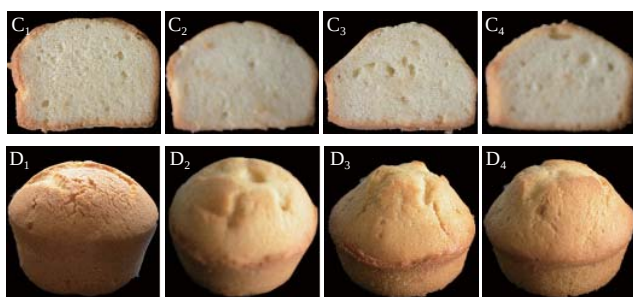
不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

图2 不同脂肪替代率休闲蛋糕的比容

Fig.2 Effect of fat substitution at various levels on the specific volume of snack cakes

由图2显示,当替代率在50%以内时,所制得的休闲蛋糕和空白组相比比容显著减小。这是由于脂肪含量的降低,导致拌入面糊中的空气减少,面糊保持气泡的能力降低。当替代率增加到75%时,比容又有所增加,和空白组没有显著差异。这一结果和脂肪替代率对休闲蛋糕面糊密度以及脂肪替代率对面糊微观结构的影响类似。对比红皮小麦低筋粉和普通小麦低筋粉,普通小麦粉组的休闲蛋糕比容较大,这可能是由于红皮小麦粉的筋力稍强于普通低筋小麦粉,从而导致得到的休闲蛋糕不够蓬松。





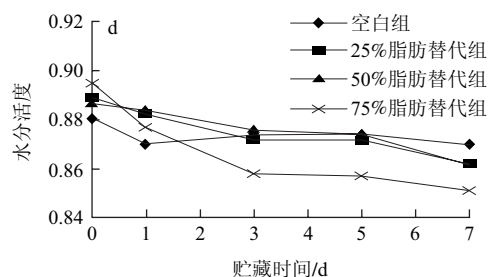
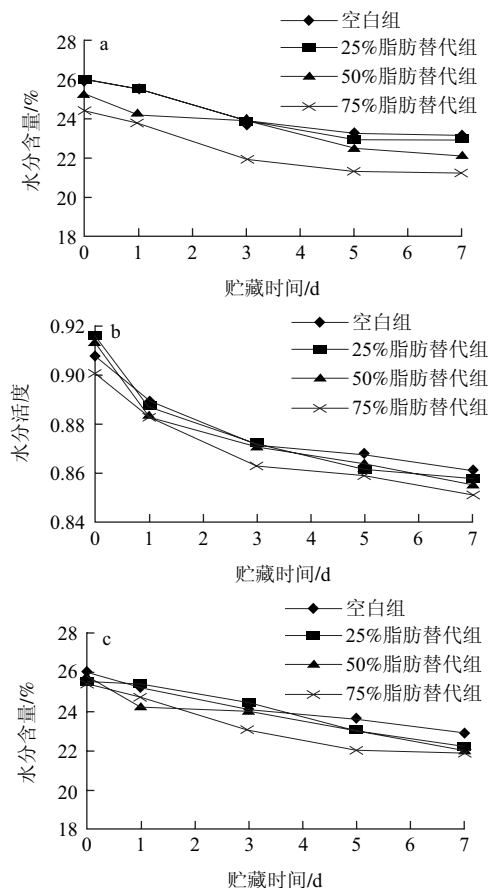
A. 粉A蛋糕切片图; B. 粉A蛋糕全结构图; C. 粉B蛋糕切片图; D. 粉B蛋糕全结构图。下脚标1、2、3、4分别为空白组、25%脂肪替代组、50%脂肪替代组、75%脂肪替代组。

图3 休闲蛋糕样品的表现图片

Fig.3 Effect of fat substitution at various levels on the appearance of snack cakes

图3是不同脂肪替代率的休闲蛋糕与空白组休闲蛋糕的实物对照图。由剖面图中可以看出,空白组的组织细腻均匀,气孔较小且分布均匀,25%脂肪替代率的剖面结构与全脂休闲蛋糕类似。当脂肪替代率增加到50%时,组织孔洞不规则,颗粒粗糙。脂肪替代率进一步增加时,结构有所改善。从休闲蛋糕的全结构图中可以看出,当脂肪替代率小于50%时,随着Olestra添加量的增加,休闲蛋糕的高度逐渐降低,饱满的顶部发生皱缩。

2.6 休闲蛋糕的水分含量和水分活度变化情况



a. 粉A在贮藏期内水分含量变化; b. 粉A在贮藏期内水分活度变化; c. 粉B在贮藏期内水分含量变化; d. 粉B在贮藏期内水分活度变化。

图4 脂肪替代率与休闲蛋糕水分含量和水分活度的关系

Fig.4 Effect of fat substitution at various levels on moisture content and water activity in snack cakes

蛋糕的老化速度与其含水量密切相关。由图4可以看出,贮藏时间为0d时,添加Olestra的休闲蛋糕与空白组休闲蛋糕相比水分含量差别不大,在存放期间,休闲蛋糕的水分含量和水分活度均下降。其中A粉空白组水分含量从25.90%降低到23.11%,失水率为10.8%。分别添加25%、50%、75%的Olestra后7d内水分含量的降低幅度分别为12.0%、12.5%、12.8%,都比空白组要大。B粉的失水率随着脂肪替代物的增加分别为11.9%、13.1%、14.8%、13.8%。随着贮藏时间延长,休闲蛋糕的水分活度呈现降低的趋势,这和水分含量的变化趋势是一致的。随着脂肪替代率的增加,休闲蛋糕的失水率逐渐增大,这一结果与以往研究中低脂食品在贮藏过程中容易变干的结论是一致的,这一问题可以通过添加乳化剂来解决。

2.7 休闲蛋糕全质构测定结果

表5 不同脂肪替代率对新鲜休闲蛋糕质构的影响($\bar{x} \pm s$, $n=4$)

Table 5 Effect of fat substitution at various levels on texture parameters of snack cakes ($\bar{x} \pm s$, $n=4$)

组别	硬度/g	弹性	内聚性	咀嚼度/g	回复性
粉A空白组	239.40±13.08 ^a	0.72±0.07 ^a	0.407±0.012 ^a	79.56±8.49 ^a	0.118±0.005 ^a
粉A 25%脂肪替代组	272.32±32.86 ^a	0.83±0.09 ^{ab}	0.426±0.031 ^{ab}	97.57±14.04 ^a	0.130±0.000 ^b
粉A 50%脂肪替代组	342.98±13.85 ^b	0.87±0.05 ^{bc}	0.433±0.018 ^b	141.19±25.90 ^b	0.143±0.005 ^c
粉A 75%脂肪替代组	263.51±1.15 ^a	0.75±0.02 ^{ab}	0.420±0.014 ^{ab}	80.87±10.83 ^a	0.125±0.006 ^{ab}
粉B空白组	197.67±16.39 ^a	0.70±0.01 ^a	0.364±0.008 ^a	65.02±7.17 ^a	0.098±0.009 ^a
粉B 25%脂肪替代组	246.02±13.79 ^b	0.76±0.02 ^b	0.439±0.014 ^b	97.69±17.56 ^b	0.142±0.013 ^b
粉B 50%脂肪替代组	331.44±24.90 ^c	0.81±0.04 ^c	0.449±0.006 ^{bc}	122.03±15.70 ^c	0.147±0.004 ^b
粉B 75%脂肪替代组	243.94±20.79 ^b	0.71±0.01 ^a	0.425±0.019 ^a	93.01±11.02 ^b	0.150±0.010 ^b

硬度是使休闲蛋糕芯部达到一定形变所需的力,是评价休闲蛋糕质构的主要指标,它与休闲蛋糕品质呈负相关,硬度值越大,休闲蛋糕越缺乏柔韧、绵软的感觉,口感越差。如表5所示,空白组休闲蛋糕的硬度最小,口感最佳。Sanz等^[21]研究发现在烘焙产品中减少脂肪的含量通常会引起硬度的增加,这是由于油脂能够和面粉结合从而阻止面筋网络的生成。同时,休闲蛋糕硬度增加也与脂肪含量减少导致的面糊搅拌过程中混入气泡的数量减少以及休闲蛋糕烘焙过程中气泡受热膨胀的

程度降低有关^[22]。在当以红皮小麦低筋粉(粉A)为原料时,添加50%的脂肪替代物能够显著增加休闲蛋糕的硬度。在普通低筋粉(粉B)处理组中,与空白组休闲蛋糕相比添加脂肪替代物后休闲蛋糕的硬度均显著增加,分别为24.5%、67.7%、23.4%,当脂肪替代率50%时,休闲蛋糕的硬度最大。添加脂肪替代物对红皮小麦粉制成的休闲蛋糕弹性没有显著影响。在普通小麦粉组中,当脂肪替代率小于50%时,随着替代率的增加休闲蛋糕的弹性逐渐增大。当脂肪替代率为75%时,休闲蛋糕的弹性和全脂休闲蛋糕没有显著差异。咀嚼度反映了休闲蛋糕芯对咀嚼的持续抵抗性,数值上用胶黏性和弹性的乘积表示。它与休闲蛋糕品质呈显著负相关。咀嚼度越大,休闲蛋糕吃起来就越硬,缺乏弹性和柔韧性,休闲蛋糕的整体品质越差。当脂肪替代率在50%以内时,随着替代率的增加,休闲蛋糕的咀嚼度越大。在粉A实验组中,添加50%的脂肪替代率休闲蛋糕的咀嚼度与全脂休闲蛋糕相比显著增大。在粉B组中,随着脂肪替代率的增大,休闲蛋糕咀嚼度显著增大,分别49.2%、87.7%、43.1%。

总体来看,当Olestra的添加量50%时,休闲蛋糕的质构品质最差。对比2种不同的低筋粉,以红皮小麦低筋粉为原料时,Olestra替代部分脂肪后对休闲蛋糕全质构的影响较小。

2.8 休闲蛋糕感官评定结果

油脂赋予休闲蛋糕柔软细腻的口感,使制品内部组织均匀,并且可以增进休闲蛋糕的风味和光泽,通过感官评定探讨Olestra替代部分脂肪后对休闲蛋糕的品质影响。

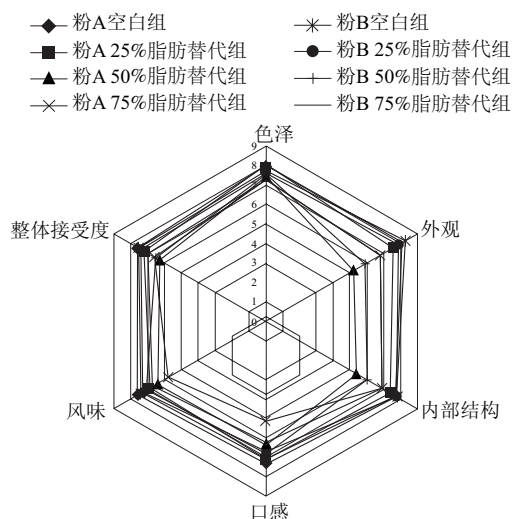


图5 脂肪替代物对休闲蛋糕感官评定的影响

Fig.5 Effect of fat substitution at various levels on sensory characteristics of snack cakes

由图5可知,在粉A和粉B两个处理组中,Olestra对

休闲蛋糕色泽都没有显著影响,但会使休闲蛋糕外观、内部结构、口感以及风味的得分降低。25%脂肪替代率的休闲蛋糕感官评定得分和空白组没有显著差异。当Olestra添加量为50%时,休闲蛋糕的外观和内部结构得分显著降低,其中红皮小麦处理组50%脂肪替代率的休闲蛋糕得分最低。当脂肪替代率增加到75%时,休闲蛋糕的口感和风味最不能让消费者接受。

3 结论

Olestra在休闲蛋糕制作中具有模拟脂肪口感和功能特性的特点。面糊的密度和微观结构结果显示,含25% Olestra的面糊与对照组差别不大。从流变分析可知,Olestra在一定程度上改善了面糊的流变特性。休闲蛋糕的比容在Olestra添加量为50%时最小,这一结果与面糊密度和微观结构的结果是一致的。添加Olestra加速了休闲蛋糕水分含量和水分活度的降低速率。TPA结果表明,添加50% Olestra的休闲蛋糕与对照组相比硬度和咀嚼度显著增加。结合感官分析结果可知,添加25% Olestra的休闲蛋糕与对照组休闲蛋糕品质最为接近,能够被消费者接受,而添加50% Olestra的休闲蛋糕品质最差。对比2种不同的低筋粉,红皮小麦低筋粉组面糊密度较大,休闲蛋糕的比容小,硬度增加,这可能与蛋白质含量相对较高有关。在以后的实验和生产过程中,要获得品质良好的休闲蛋糕可针对此方面进行改善。

Olestra作为脂肪替代品,减少了传统蛋糕配方中油脂用量,从而降低了产品的热量,满足了消费者的健康需求,在烘焙市场中具有巨大的市场潜力。

参考文献:

- [1] PYLER E J. Bakery shortenings. In baking science and technology[M]. Kansas: Sosland Publishing Company, 1988: 442-493.
- [2] LAKSHMINARAYAN S K, RATHINAM V, KRISHNARAU L. Effect of maltodextrin and emulsifiers on the viscosity of cake batter and on the quality of cakes[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2006, 86: 706-712.
- [3] SOWMYA M, JEYARANI T, JYOTSNA R, et al. Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructure, quality characteristics and fatty acid profile of cakes[J]. Food Hydrocolloids, 2009, 23: 1827-1836.
- [4] ALLGOOD G S, MCAVOY D C, WOLTERING D M, et al. Environmental assessment of a new food ingredient, the fat replacer Olestra[J]. Environmental Toxicology and Chemistry, 1997, 16(3): 586-600.
- [5] SATIA-ABOUT A J, KRISTAL A R, PATTERSON R E, et al. Is Olestra consumption associated with changes in dietary intake, serum lipids, and body weight[J]. Applied Nutritional Investigation, 2003, 19: 754-759.
- [6] NICOL A. Bread cookbook[M]. New York: Smithmark, 1995: 94-95.

- [7] FERGUSON J, KEMBLOSKI Z. Applied fluid rheology[M]. Cambridge: Elsevier Science Publishers Ltd/University Press, 1991.
- [8] ASHWINI A, JYOTSNA R, INDRANI D. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake[J]. International Journal of Food Properties, 2007, 10: 599-606.
- [9] SAHI S S, ALAVA J M. Functionality of emulsifiers in sponge cake production[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2003, 83: 1419-1429.
- [10] 李里特, 江正强, 卢山. 焙烤食品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006: 41.
- [11] 薛效贤. 蛋糕加工技术及工艺配方[M]. 上海: 科学技术文献出版社, 2002: 2.
- [12] CARLIN G T. A microscopic study of the behavior of fats in cake batters[J]. Cereal Chemistry, 1944, 21: 189-199.
- [13] SHELLKE K, FAUBION J M, HOSENEY R C. The dynamics of cake baking as studied by a combination of viscometry and electrical resistance oven heating[J]. Cereal Chemistry, 1990, 67(6): 575-580.
- [14] KOCER D, HICSASMAZ Z, BAYINDIRLI A, et al. Bubble and pore formation of high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar-and fat-replacer[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78: 953-964.
- [15] BATH D E, SHELLKE K, HOSENEY R C. Fat replacers in high ratio layer cakes[J]. Cereal Foods World, 1992, 37(7): 495-500.
- [16] HICSASMAZ Z, YAZGAN Y, BOZOGLU F, et al. Effect of polydextrose-substitution on the cell structure of the high-ratio cake system[J]. Swiss Society of Food Science and Technology, 2003, 36: 441-450.
- [17] KIM C S, WALKER C E. Interactions between starch and, sugars and emulsifiers in high-ratio cake model systems[J]. Cereal Chem, 1992, 69: 206-212.
- [18] 谢德明, 郑建仙, 高大维. 新型脂肪替代品: 蔗糖聚酯研究[J]. 食品工业科技, 1997(5): 76-77.
- [19] WILDERJANS E, PAREYT B, GOESAERT H, et al. The role of gluten in a pound cake system[J]. Food Chemistry, 2008, 110: 909-915.
- [20] KALINGA D, MISHRA V K. Rheological and physical properties of low fat cakes produced by addition of cereal β -glucan concentrates[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2008, 33: 384-400.
- [21] SANZ T, SALVADOR A, BAIXAULI R, et al. Evaluation of four types of resistant starch in muffins. II. Effects in texture, colour and consumer response[J]. European Food Research Technology, 2009, 229(2): 197-204.
- [22] CHUNG H J, LEE S E, HAN J A, et al. Physical properties of dry-heated octenyl succinylated waxy corn starches and its application in fat-reduced muffin[J]. Journal of Cereal Science, 2010, 52: 496-501.