

应用技术

复合脂肪替代品的制备及理化性质研究

谭文英,吴颖,胡勇

(广东药科大学食品科学学院,广东中山528458)

摘要:以蔗糖聚酯和海藻酸钠为主要原料制备一种复合脂肪替代品,在单因素实验的基础上,通过正交实验确定了其最优生产工艺,并对复合脂肪替代品的理化性质进行了测定。结果表明:最优生产工艺为蔗糖聚酯与海藻酸钠质量比2:1、pH 4.5、搅拌温度45℃,在此条件下复合脂肪替代品的得率为6.04%。产品的外观类似油脂,在持水性、持油性、乳化性、乳化稳定性、流变性等方面均表现出较理想的功能特性。

关键词:蔗糖聚酯;海藻酸钠;复合脂肪替代品;理化性质

中图分类号:TS645.6;TQ646 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2018)02-0150-04

Preparation and physicochemical properties of composite fat substitute

TAN Wenying, WU Ying, HU Yong

(School of Food Science, Guangdong Pharmaceutical University, Zhongshan 528458, Guangdong, China)

Abstract: Composite fat substitute was prepared with sucrose polyester and sodium alginate as the main raw materials. Based on single factor experiment, the optimal production process was determined by orthogonal experiment, and the physicochemical properties of the composite fat substitute were determined. The results showed that the optimal process parameters were obtained as follows: mass ratio of sucrose polyester to sodium alginate 2:1, pH 4.5, stirring temperature 45℃. Under the optimal parameters, the yield of compound fat substitute was 6.04%. The appearance of the product was similar to oil, and the water holding capacity, oil holding capacity, emulsifying, emulsion stability and rheological showed good functional characteristics.

Key words: sucrose polyester; sodium alginate; composite fat substitute; physicochemical property

随着经济的发展和人民生活水平的提高,餐桌食物发生了变化,高脂肪饮食出现的比例攀升,患心血管疾病及肥胖症等的风险增大^[1-3]。虽然饱和脂肪摄入过多会带来一系列代谢相关疾病,但摄入不足不仅影响食品加工风味和口感,而且也会危害人体健康^[4],因而脂肪替代品应运而生。

蔗糖聚酯是被美国食品和药物管理局批准使用的脂肪替代品,其形状与口感都类似脂肪(甘油三酯)。但与普通甘油三酯不同的是蔗糖聚酯在人体

内不能被肠道分解,不能提供能量,一次食用太多会引起腹泻,还可能干扰人体对番茄红素和类胡萝卜素的吸收。此外,蔗糖聚酯在结晶方面也存在缺陷^[5-6],这些问题阻碍了其在食品加工中的应用。海藻酸钠具有特殊的生理活性,不仅可以阻碍人体对胆固醇的吸收,预防肥胖和动脉硬化,还有抑制有害金属离子在体内积累的特殊功能^[7]。海藻酸钠除能单独使用外,还能和大多数天然及合成的食品添加剂配合使用,效果和性价比会比单独使用要好一些^[8-9]。因此,本研究用蔗糖聚酯和海藻酸钠共混来制备复合脂肪替代品,为复合脂肪替代品的开发和生产提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

海藻酸钠:分析纯,天津光复精细化工研究所;蔗糖聚酯:分析纯,山东莱州市海力生物制品有限公

收稿日期:2017-04-07;修回日期:2017-09-26

基金项目:广东普通高校特色创新项目(51309064);广东药科大学省级大学生实验创新项目(51338022)

作者简介:谭文英(1994),女,在读本科,专业为食品科学与工程(E-mail)957484509@qq.com。

通信作者:胡勇,讲师,博士(E-mail)lidhyong@126.com。

司;大豆油:中粮集团有限公司;盐酸、氢氧化钠等试剂均为分析纯。

FA1004N型电子天平;DK-98-2型水浴锅;NDJ-9S型旋转黏度仪;TG16-WS型台式高速离心机;JM-L50型胶体磨。

1.2 实验方法

1.2.1 复合脂肪替代品制备

精确称取2.0 g蔗糖聚酯于50 mL的烧杯中,用无水乙醇溶解后再向蔗糖聚酯溶液中添加一定量2.0%的海藻酸钠溶液,然后调节溶液pH,并在一定温度条件下搅拌进行共混改性,得到的乳液室温静置后,4 000 r/min离心15 min,其沉淀即为复合脂肪替代品,并对其理化性质进行分析与评价^[10]。复合脂肪替代品得率计算如下:

复合脂肪替代品得率 = 复合脂肪替代品质量 / (蔗糖聚酯质量 + 海藻酸钠质量) × 100%

1.2.2 持水性和持油性测定

准确称量0.1 g样品,放入恒重的5 mL离心管中,加入3 mL水(大豆油)后搅拌均匀,静置25 min,3 000 r/min离心20 min,然后将上层水(油)倒掉,准确称量离心管和沉淀的质量。然后按式(1)进行计算^[11]。

$$\text{持水(持油)性} = (w_2 - w_1) / w_0 \quad (1)$$

式中: w_0 为样品干重,g; w_1 为离心管和样品总质量,g; w_2 为离心管和沉淀总质量,g。

1.2.3 乳化性和乳化稳定性测定

称取一定量复合脂肪替代品,用80℃水配制不同质量浓度(0.25、0.5、1.0 g/mL)样品溶液。分别取不同质量浓度样品溶液50 mL,加入50 mL大豆油,于电动搅拌器中以1 000 r/min乳化10 min,吸取一定体积乳状液置于离心管中,在3 000 r/min条件下离心5 min,记录离心管乳状液最初高度 h_0 和乳化层高度 h_1 。然后将离心管置于80℃水浴中保温30 min后冷却至室温,于3 000 r/min离心5 min,取出离心管,读取此时乳化层高度 h_2 。分别按式(2)和式(3)计算乳化性(EC)和乳化稳定性(ES)^[11]。

$$EC = h_1 / h_0 \times 100\% \quad (2)$$

$$ES = h_2 / h_1 \times 100\% \quad (3)$$

1.2.4 流变特性测定

配制0.005、0.01、0.02、0.04 g/mL的复合脂肪替代品乙醇溶液,并用NDJ-9S型旋转黏度计在60 r/min下测定复合脂肪替代品溶液的表现黏度,研究其流变特性。

1.2.5 感官评价

感官评价小组由10名评定员(本校食品质量与安全专业学生,男女各5人)组成,从色泽、外观形态、气味、脂肪感、弹韧性5项感官指标进行评价。各项目均采用10分制,分值越高,表明该特征指标越好。特征描述好为10~8分,较好为7.9~6分,较差为5.9~3分,差为3分以下。每项指标分数比例为20%,最后再整合为整体的10分制。

2 结果与分析

2.1 复合脂肪替代品制备工艺确定

在前期单因素实验的基础上,以蔗糖聚酯与海藻酸钠质量比(A)、pH(B)、搅拌温度(C)为因素,复合脂肪替代品得率(Y)为指标,进行三因素三水平的正交实验,因素水平见表1,正交实验方案及结果见表2。

表1 因素水平

水平	A	B	C/℃
1	2:1	4.0	40
2	1:1	4.5	45
3	1:2	5.0	50

表2 正交实验方案及结果

实验号	A	B	C	Y/%
1	1	1	1	5.25
2	1	2	2	6.04
3	1	3	3	4.62
4	2	1	2	4.53
5	2	2	3	4.61
6	2	3	1	4.04
7	3	1	3	4.14
8	3	2	1	3.75
9	3	3	2	4.86
k_1	5.30	4.64	4.35	
k_2	4.39	4.80	5.14	
k_3	4.25	4.51	4.46	
R	1.05	0.29	0.79	

由表2可知,蔗糖聚酯与海藻酸钠质量比的极差最大,因而对复合脂肪替代品得率的影响最大。搅拌温度对复合脂肪替代品得率的影响次之,pH的影响最小,最优方案为 $A_1B_2C_2$,即蔗糖聚酯与海藻酸钠质量比2:1,pH 4.5,搅拌温度45℃。在最优条件下进行验证实验,复合脂肪替代品的得率为6.04%。

2.2 持水性和持油性

作为一种新的脂肪替代品资源,蔗糖聚酯/海藻酸钠复合脂肪替代品的持油性和持水性将会影响其

在食品领域中的应用效果。蔗糖聚酯及其复合脂肪替代品持水性和持油性如表3所示。

表3 复合脂肪替代品持水性和持油性

温度/°C	蔗糖聚酯		复合脂肪替代品	
	持水性	持油性	持水性	持油性
25	2.14	0.91	2.36	0.94
30	2.31	0.93	2.54	0.96
35	2.57	0.98	2.78	1.01

由表3可知,蔗糖聚酯通过复合海藻酸钠改性后的脂肪替代品的持水性有较大增加,持油性则略有提高。此外,当质量浓度一定时,复合脂肪替代品的持水性随温度升高有明显的增强,但持油性随温度的升高而略有增大,这说明复合脂肪替代品的持油性对温度不敏感。

2.3 乳化性和乳化稳定性

复合脂肪替代品的乳化性和乳化稳定性的测定结果如表4和表5所示。

表4 复合脂肪替代品的乳化性

温度/°C	乳化性/%		
	0.25 g/mL	0.5 g/mL	1.0 g/mL
25	57	50	44
30	51	45	36
35	44	42	31

表5 复合脂肪替代品的乳化稳定性

温度/°C	乳化稳定性/%		
	0.25 g/mL	0.5 g/mL	1.0 g/mL
25	94	93	91
30	91	90	88
35	87	85	83

表4和表5反映了复合脂肪替代品不同温度的乳化性和乳化稳定性随着质量浓度的变化过程。从表4、表5可以看出,相同质量浓度下,温度越低,复合脂肪替代品的乳化性及乳化稳定性越好。这是因为加热通常能降低复合体系的凝胶作用,从而导致乳状液乳化性能有所降低^[12]。同时对比可知,相同温度下,样品质量浓度越大,乳化性和乳化稳定性越差。这可能是因为海藻酸钠为亲水胶体,吸收了周围更多的水分,从而缩小了体系的乳化程度。

2.4 流变特性

食品的流变特性不仅影响到食品的运输、传送和加工,同时也会影响到产品的外观、口感等感官品质^[13-14]。本实验基于表观黏度考察了复合脂肪替代品溶液流变特性,结果如图1所示。

由图1可知,同一质量浓度的复合脂肪替代品

溶液的表观黏度在15~35℃基本呈上升趋势,在35~55℃范围的表观黏度变化平稳,而在55~75℃的区间表观黏度呈下降趋势。原因可能是当体系中的温度较高时,促进了体系大分子间的相互作用,溶液体积发生膨胀,使得流动性增强,从而导致复合脂肪替代品的表观黏度降低。此外,质量浓度较高的样品表观黏度随温度变化更明显一些。由此可知,所制备的复合脂肪替代品具有一定的假塑性流体特性。

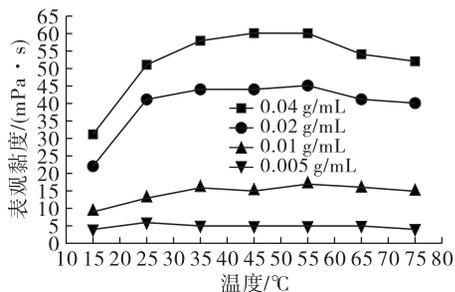


图1 复合脂肪替代品溶液表观黏度随温度变化曲线

2.5 感官评价

感官评价已逐渐成为指导新产品开发、控制产品质量等方面的重要手段^[15]。本实验制备的复合脂肪替代品非常黏稠,呈乳白色,手感滑腻,具有类似油脂外观。复合脂肪替代品的感官评价结果如图2所示。

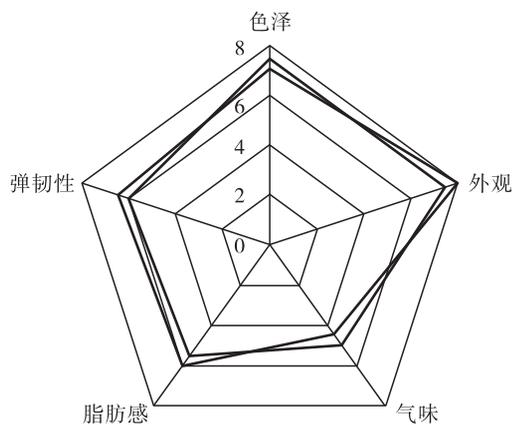


图2 复合脂肪替代品的感官评价

由图2可知,所制备的复合脂肪替代品在外观和色泽上比较被认可,在脂肪感和弹性方面则被认可一般。在气味方面,所制样品得分较差。这表明以蔗糖聚酯和海藻酸钠为原料制备的复合脂肪替代品可以在感官方面模拟脂肪类似功能,但使用量可能要受到一定控制。

3 结论

本文以蔗糖聚酯和海藻酸钠通过复配获得了一种复合脂肪替代品。通过正交实验确定了最优生产工艺,即蔗糖聚酯与海藻酸钠质量比2:1、pH 4.5、

搅拌温度 45℃, 此时复合脂肪替代品得率为 6.04%。产品具有油脂外观, 且在持水性、持油性、乳化性和乳化稳定性等方面表现出较理想的脂肪替代性质, 同时也具有一定的假塑性流体特性。

参考文献:

- [1] 张斌, 罗发兴. 马铃薯淀粉基脂肪模拟物性质研究[J]. 粮食与油脂, 2010(1):12-15.
- [2] 孙健全, 冀国强, 邵秀芝. 淀粉基脂肪模拟物的开发与应用研究进展[J]. 粮食与油脂, 2010(8):1-4.
- [3] KEENAN D F, RESCONI V C, KERRY J R, et al. Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach[J]. Meat Sci, 2014, 96(3):1384-1394.
- [4] CAMPAINOL P C, SANTOS B A, WAGNER R, et al. Amorphous cellulose gel as a fat substitute in fermented sausages[J]. Meat Sci, 2012, 90(1):36-42.
- [5] 文仁贵, 扶雄, 杨连生, 等. 脂肪替代品模拟脂肪的机理[J]. 中国油脂, 2006, 31(5):28-31.
- [6] 豆玉静, 朱婧, 刘静, 等. 脂肪替代品蔗糖聚酯对蛋糕营养价值和感官可接受性的影响[J]. 食品添加剂, 2012, 33(18):315-321.
- [7] 范素琴, 黄海燕, 王晓梅, 等. 复合凝胶型海藻酸钠理想的脂肪替代品[J]. 中国食品, 2011(17):38.

(上接第 149 页)

法对 13 种食用植物油中的 6 种矿物质含量进行检测, 测定值符合国家标准的限值要求。对火麻油、核桃油和橄榄油进行加标回收率实验, 回收率范围为 82.9%~115.0%, RSD 范围为 1.1%~8.8%, 回收率良好, 表明该分析方法可靠。通过对火麻油中矿物质元素进行分析, 结果发现其矿物质种类丰富, 总量较高, 营养价值丰富, 该数据可为火麻油药用研究奠定基础。

参考文献:

- [1] 王佳友, 何秀荣. 我国城乡居民食用植物油消费影响因素的比较分析[J]. 农业现代化研究, 2016, 37(5):932-938.
- [2] 姜波, 胡文忠, 刘长建, 等. 超声波萃取-原子吸收光谱法测定不同植物油中多种矿物质元素[J]. 食品工业科技, 2013, 34(14):63-66, 70.
- [3] 薛莉, 黄晓荣, 汪雪芳, 等. 食用植物油营养成分及检测技术的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(2):446-451.
- [4] 臧佳辰, 陶莎, 薛璟怡, 等. 火麻油脂肪酶水解条件的

- [8] 杨琴, 胡国华, 马正智. 海藻酸钠的复合特性及其在肉制品中的应用研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2010(1):164-168.
- [9] 缪铭, 江波, 张涛. 淀粉-脂质复合物的研究进展[J]. 现代化工, 2007, 27(1):83-87.
- [10] 刘贺, 朱丹实, 刘丽萍, 等. 明胶与阿拉伯胶复合凝胶法制备脂肪替代品的研究[J]. 食品科学, 2009, 30(8):124-127.
- [11] 吉义平, 沈瑞敏, 雷霖. 复合型米糠脂肪替代品的制备工艺及性质研究[J]. 粮油食品科技, 2015, 23(1):25-29.
- [12] 申瑞玲, 孟付荣, 罗双群. 燕麦糊精脂肪替代品的制备[J]. 粮油加工, 2009(9):106-108.
- [13] 彭晓蓓, 游远, 杨玉玲, 等. 肌原纤维蛋白与脂肪替代品混合样品流变特性研究[J]. 肉类研究, 2012, 26(6):9-13.
- [14] 李倩倩, 陈海华, 张楠, 等. 低 M/G 型海藻酸钠脂肪替代物的制备及在低脂鸡肉丸中的应用[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2015, 32(4):270-276.
- [15] FENG T, YE R, ZHUANG H N, et al. Physicochemical properties and sensory evaluation of *Mesona Blumes* gum/rice starch mixed gels as fat-substitutes in Chinese Cantonese-style sausage[J]. Food Res Int, 2013, 50:85-93.

- 优化研究[J]. 中国油脂, 2013, 38(7):56-59.
- [5] 覃世辉, 陈小梦, 覃勇荣, 等. 巴马民间火麻汤中的油脂含量测定与制作工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(3):78-80.
- [6] 姜波, 胡文忠, 刘长建, 等. 市售食用植物油中矿物质元素含量的比较研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(1):53-56.
- [7] ADJEPONG M, VALENTINI K, PICKENS C A, et al. Quantification of fatty acid and mineral levels of selected seeds, nuts, and oils in Ghana[J]. J Food Compos Anal, 2017, 59:43-49.
- [8] 兴丽, 赵凤敏, 曹有福, 等. 不同产地亚麻籽矿物质元素及脂肪酸组成的主成分分析[J]. 光谱学与光谱分析, 2014, 34(9):2538-2543.
- [9] 倪张林, 汤富彬, 屈明华. 不同前处理方法测定植物油中重金属的研究[J]. 中国油脂, 2012, 37(7):85-87.
- [10] 邱会东, 赵波, 张红, 等. 食用植物油中重金属分析方法的研究进展[J]. 中国油脂, 2017, 42(1):76-79.
- [11] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品营养强化剂使用标准:GB 14880—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.