

## 油脂深加工

## 葵花籽油凝胶油的制备及其在冰淇淋中的应用

刘日斌,朱建华,叶俊,谢思芸,廖阳,谢平

(韶关学院 英东食品科学与工程学院,广东 韶关 512005)

**摘要:**以葵花籽油为原料,添加一定量的蜂蜡或蜂蜡与谷维素混合物制备葵花籽油凝胶油,研究不同添加量的凝胶因子对葵花籽油凝胶油的硬度值、黏度值、持油性和微观形态的影响;将得到的凝胶油代替黄油制备冰淇淋,研究其在冰淇淋中的应用。结果表明:蜂蜡添加量对凝胶油的质构特性、持油性和微观形态影响较为显著,并确定5%蜂蜡添加量为凝胶油制备的最优条件;添加5%复合凝胶油(5%蜂蜡+1%谷维素)和5%黄油制备的冰淇淋营养丰富、抗融性好、色泽均匀、组织细腻、滑润爽口,与添加10%黄油制备的冰淇淋较为相近,表明可以通过进一步的优化代替饱和脂肪在冰淇淋中应用。

**关键词:**葵花籽油凝胶油;蜂蜡;冰淇淋;感官评价

中图分类号:TS225.6;TQ641 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2018)01-0107-06

## Preparation of sunflower seed oil organogel and its application in ice cream

LIU Ribin, ZHU Jianhua, YE Jun, XIE Siyun, LIAO Yang, XIE Ping

(Yingdong College of Food Science and Technology, Shaoguan University, Shaoguan 512005, Guangdong, China)

**Abstract:** With sunflower seed oil as raw material, sunflower seed oil organogel was prepared by adding a certain amount of beeswax or a mixture of beeswax and oryzanol, and the effects of different dosages of gelators on the hardness, viscosity, oil-holding capacity and microstructure of sunflower seed oil organogel were studied. The organogel was used instead of butter to prepare ice cream. The results showed that the effects of dosage of beeswax on the texture, oil-holding capacity and microstructure were significant and the optimal dosage was 5%. The ice cream prepared by adding 5% complex sunflower seed oil organogel (5% beeswax and 1% oryzanol) and 5% butter had advantages of rich nutrition, good anti-meltdown, uniform color, fine mouth feel and delicate refreshing smooth, which was similar to the ice cream prepared by adding 10% butter. It indicated that further optimization could lead to an alternative of complex sunflower seed oil organogel to saturated fat sources for application in ice cream.

**Key words:** sunflower seed oil organogel; beeswax; ice cream; sensory evaluation

蜂蜡是由适龄工蜂分泌的一种脂肪性物质,主要由蜡酯、游离脂肪酸、游离脂肪醇及碳氢化合物以及微量的黄酮类和维生素类等组成<sup>[1]</sup>,具有抗溃疡、抗氧化、降血脂、抗皮肤炎症等药理活性。谷维素是由阿魏酸与植物甾醇结合的一种酯,具有抗氧化<sup>[2]</sup>、清除自由基<sup>[3]</sup>、降低胆固醇和血脂<sup>[4-5]</sup>等生

理功能,可很好地预防心血管疾病和癌症的发生,在食品行业中得到很好的应用。凝胶油是一种热可逆的黏弹性液体状或固体状的脂类混合物,主要由亲脂性液体(一般为植物油脂)与少量的小分子凝胶因子经过加热、搅拌、冷却等工序凝结而成<sup>[6-7]</sup>。相比于其他固态油脂,凝胶油具有低反式脂肪酸、半固态油脂的黏弹性等优点<sup>[8-10]</sup>。

冰淇淋因口感柔滑、细腻、清凉可口而受到消费者的喜爱。市售冰淇淋脂肪含量高达10%~16%,主要成分是动物奶油或者植物奶油。动物奶油主要由饱和脂肪酸组成,植物奶油一般由植物油脂经过氢化得到,油脂经过氢化工艺容易产生反式脂肪酸。

收稿日期:2017-03-26;修回日期:2017-09-17

基金项目:2015年度韶关学院科研项目(433-99000407)

作者简介:刘日斌(1988),男,实验师,硕士,研究方向为粮食、油脂与植物蛋白工程(E-mail)liuribin2010@126.com。

通信作者:朱建华,教授,博士(E-mail)jhuazh@163.com。

研究表明,人们通过饮食过多摄入反式脂肪酸和饱和脂肪酸对人体健康产生不利的影响,如增加患糖尿病、肥胖和心血管疾病等代谢综合征的风险<sup>[11-13]</sup>。

本研究主要以蜂蜡或蜂蜡和谷维素混合物为凝胶因子与葵花籽油经过一系列工序形成凝胶油,得到的凝胶油不但具有蜂蜡和谷维素的优点,还富含亚油酸等不饱和脂肪酸,并具有一定的可塑性。应用该复合凝胶油替代部分黄油制作冰淇淋,不但可以减少冰淇淋中饱和脂肪酸和反式脂肪酸的含量,同时还赋予冰淇淋丰富的营养价值,对冰淇淋的多样性及凝胶油的应用具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

葵花籽油,上海佳格食品有限公司;蜂蜡(医药级),沧州森林蜡业有限公司;谷维素(纯度99%),济宁市安康制药有限公司;明胶,柘城县耕道贸易有限公司;脱脂高钙奶粉,内蒙古伊利实业集团股份有限公司;黄油,中粮东海粮油工业(张家港)有限公司;鸡蛋、白砂糖,市售。

TMS-PRO 质构仪;BQL-A05T1 冰淇淋机;尼康 E200 数码显微图像分析系统,日本尼康公司;TE124S 型电子分析天平,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;90-1 恒温磁力搅拌器;85-2B 型加热磁力搅拌器。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 凝胶油的制备

向 40 g 的葵花籽油中添加一定量的凝胶剂(蜂蜡或蜂蜡和谷维素混合物),在 90℃ 条件下,200 r/min 恒速磁力搅拌溶解后,恒温搅拌 45 min,随后在 5℃ 下冷却 24 h,取出放置于室温 2 h 后备用。

#### 1.2.2 质构特性的测定<sup>[10]</sup>

将样品置于室温、阴凉处 2 h 后,用质构仪进行硬度值和黏度值测定。

硬度值测定参数:10 mm 柱形探头,实验前速度 100 mm/min,实验测试速度 30 mm/min,起始力 0.15 N,穿刺距离 10 mm,回程速度 100 mm/min。做 3 次平行实验,取平均值。

黏度值测定参数:25 mm 球形探头,回程距离 50 mm,实验测试速度 30 mm/min,回程速度 100 mm/min。做 3 次平行实验,取平均值。

#### 1.2.3 持油性<sup>[14]</sup>

取出样品在室温下放置 2 h 后称取 1.50 g 于

4 mL 的离心管中,称重,将离心管对称置于 20℃ 的台式高速冷冻离心机中,转速 8 000 r/min,离心 15 min,将不能结合的油进行离心分离。然后取出离心管,倒置以使析出的油完全沥出,称重,并做 3 次平行实验,取平均值。以析油率表示,油脂析出量越多,析油率越大,说明凝胶油的持油性越差。析油率 = 析出油的质量/离心样品总质量 × 100%。

#### 1.2.4 微观形态观察

取出部分样品室温条件下放置 2 h,称取 50 mg 于载玻片上,抹平并盖上盖玻片压平,确保样品厚度均匀、无气泡,将制好的玻片转移至载物台上,使用数码显微图像分析系统观察凝胶油的微观结构,放大倍数为 100 倍,并使用附带摄像机记录样品的显微图片。

#### 1.2.5 冰淇淋的制备方法

冰淇淋配方:脱脂奶粉 12%、白砂糖 15%、蛋黄 30%、明胶 0.15%、黄油 10%、纯净水 32.85%。

工艺流程:原辅料混合 → 巴氏杀菌(80℃、15 min) → 均质(60℃) → 冷却与老化(2~4℃、12 h) → 凝冻(-4℃,搅拌 18 min) → 成型分装 → 硬化(-8℃,6 h) → 冷藏 → 成品 → 感官评价与指标测定。

#### 1.2.6 冰淇淋膨胀率的测定<sup>[15]</sup>

冰淇淋膨胀率是指冰淇淋原混合浆料在搅拌凝冻成型的时候,由于空气随着搅拌均匀混入浆料中,使得冰淇淋的体积增加的百分比。准确称取凝冻前后一定体积的冰淇淋质量,按下式计算冰淇淋膨胀率。

膨胀率 = (等体积冰淇淋老化后浆料质量 - 等体积凝冻后冰淇淋的质量) / 等体积凝冻后冰淇淋的质量 × 100%

#### 1.2.7 冰淇淋融化率的测定<sup>[16]</sup>

称取一定量经硬化的冰淇淋成品置于 35℃ 恒温培养箱中的金属网上,金属网下放一表面皿盛装融化物,45 min 后称取融化物质量。抗融性以融化率表示,融化率越低,抗融性越好。

融化率 = 融化的冰淇淋质量 / 融化前冰淇淋总质量 × 100%

#### 1.2.8 感官评价

本次实验的评价标准指标为气味和滋味、组织、黏稠感、形态,各评分为 25 分,总分为 100 分,详见表 1。由 6 名经训练的食品专业学生依据感官评价表,逐项打分,并计算得到总分,即为每组冰淇淋总体得分。

表1 冰淇淋感官评价

项目	评分标准	得分
气味和滋味	奶香味协调、甜味纯正	18~25
	风味不协调、甜味不足或过甜	10~18
	香味和甜味不足	0~10
组织	细腻润滑、无气孔	18~25
	细腻有滑润感、少量气孔	10~18
	粗糙不滑润、有大量气孔	0~10
黏稠感	爽口低黏稠	18~25
	黏稠感一般	10~18
	较为黏稠	0~10
形态	形态完整、大小一致、不变形、不软塌、色泽均匀	18~25
	形态完整、大小有细微差别、细微变形、不软塌、色泽均匀	10~18
	形态不完整、大小不一致、软塌、有较大色差	0~10

## 2 结果与讨论

### 2.1 凝胶因子对凝胶油质构特性的影响

#### 2.1.1 蜂蜡添加量对凝胶油质构特性及持油性的影响

向40 g葵花籽油中分别添加2%、4%、5%、6%和8%的蜂蜡,考察蜂蜡添加量对凝胶油质构特性及持油性的影响,结果如图1、图2所示。

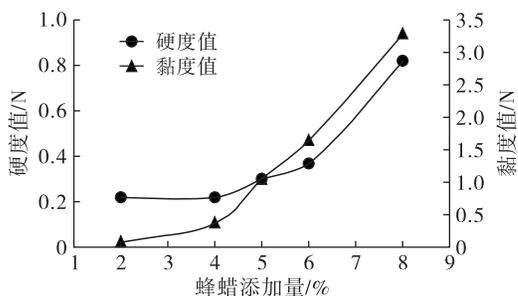


图1 蜂蜡添加量对凝胶油硬度值和黏度值的影响

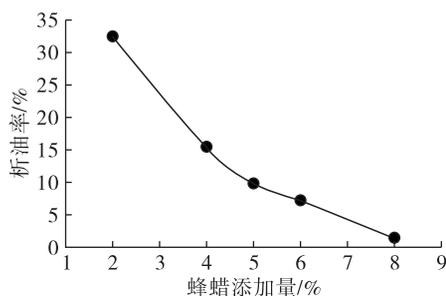


图2 蜂蜡添加量对凝胶油析油率的影响

由图1可知,随着蜂蜡添加量的增大,凝胶油硬度值、黏度值随之增加。这是因为蜂蜡在新的半固体状态体系中形成了网络结构。蜂蜡添加量的增加,使得凝胶网络更加稠密紧致,骨架作用越来越强,对液体油的固化作用更强,这将有益于其在食品

中的应用。当蜂蜡添加量达到5%时,凝胶油的黏度和硬度适中,涂抹性较好,有利于其在冰淇淋中的应用。由图2可知,凝胶油的析油率随着蜂蜡添加量的增大而减小,即持油性呈不断增加的趋势。这说明在整个凝胶油体系中,蜂蜡起着凝胶骨架作用,蜂蜡添加量越多,整个体系骨架就越牢固,网络结构越好,包裹的液态油的量越多,越稳固,即持油性也会随之增加。这与蜂蜡添加量对其凝胶特性的影响相吻合。

#### 2.1.2 谷维素添加量对凝胶油质构特性及持油性的影响

向40 g葵花籽油中添加5%蜂蜡,然后再分别添加1%、3%、5%和7%的谷维素,考察谷维素添加量对凝胶油质构特性及持油性的影响,结果如图3、图4所示。

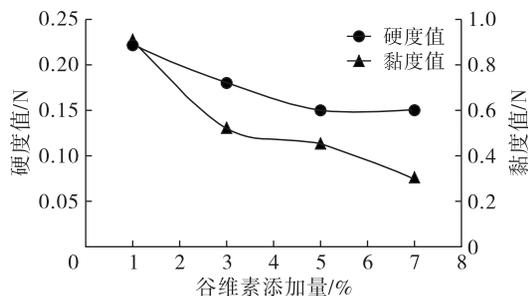


图3 谷维素添加量对凝胶油硬度值和黏度值的影响

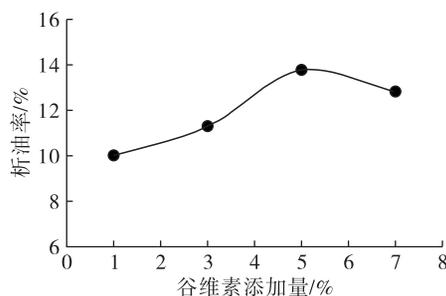


图4 谷维素添加量对凝胶油析油率的影响

由图3可知,随着谷维素添加量的增大,凝胶油硬度值、黏度值随之减少。这可能是由于谷维素与蜂蜡之间不能形成交联键,不能结合成牢固的网络结构。另外经实验研究发现谷维素单独与油脂不能形成凝胶网络结构。谷维素易溶于油脂,这可能对蜂蜡凝胶油的形成也有一定的影响。结合图4可知,谷维素添加量增大对蜂蜡与葵花籽油形成凝胶网络结构的稳固性也有所降低,更多的油脂会析出,所形成的凝胶网络结构持油性有所降低。

### 2.2 凝胶因子对凝胶油微观形态的影响

借助数码显微图像分析系统对凝胶体系的微结构进行观察分析。不同蜂蜡添加量制备的凝胶油样

品的观测图片如图 5 所示。不同谷维素添加量制备

的凝胶油样品的观测图片如图 6 所示。

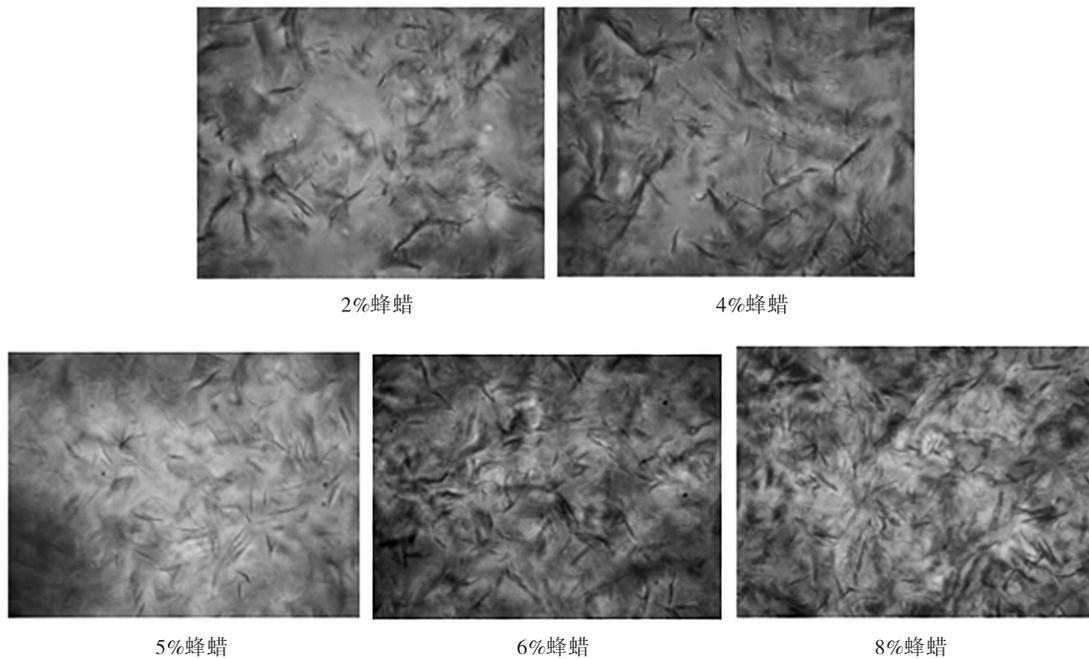


图 5 不同蜂蜡添加量制备的凝胶油样品的微观形态变化

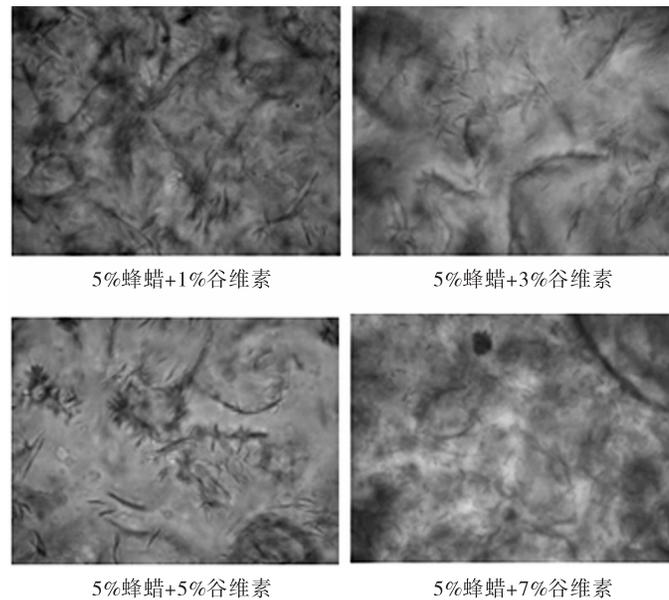


图 6 不同谷维素添加量制备的凝胶油样品的微观形态变化

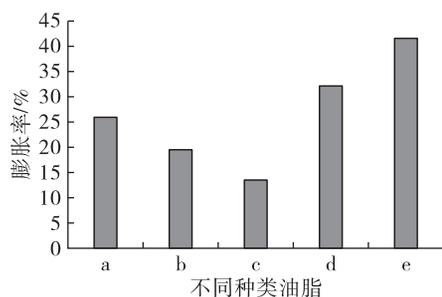
由图 5 可知,蜂蜡添加量对凝胶油微观形态有着显著的影响。蜂蜡添加量在 2% ~ 4% 时凝胶油样品的条纹较少、线条较粗,随着蜂蜡添加量的增加,凝胶油样品的条纹变得越细越多、越来越致密,到蜂蜡添加量为 8% 的时候显得较为复杂紊乱。这可能是因为蜂蜡添加量越多,油脂形成的凝胶网络结构越多、越致密。添加 5% 蜂蜡时,凝胶油样品的条纹结构较为有序,因此结合 2.1.1 选择 5% 蜂蜡添加量较为合适。由图 6 可知,谷维素添加量对凝胶油样品的影响也相对显著。随着谷维素添加量的增加,凝胶油样品的条纹变得越少越模糊。这可能

是谷维素添加量的增加在一定程度上阻碍了凝胶结构的形成。

### 2.3 蜂蜡-谷维素-葵花籽油复合凝胶油在冰淇淋中的应用

根据 2.2 结果分析,选择 5% 蜂蜡 + 1% 谷维素、5% 蜂蜡 + 3% 谷维素、5% 蜂蜡 + 5% 谷维素制备成的凝胶油,按 1.2.5 配方添加 10% 完全替代黄油制备冰淇淋;同时用复合凝胶油(5% 蜂蜡 + 1% 谷维素)替代一半黄油的量应用到冰淇淋制作中,将得到的冰淇淋成品与完全由黄油制备的冰淇淋成品进行对比。

### 2.3.1 不同凝胶油种类及含量对冰淇淋膨胀率和融化率的影响(见图7、图8)



注:a. 添加10%凝胶油(5%蜂蜡+1%谷维素);b. 添加10%凝胶油(5%蜂蜡+3%谷维素);c. 添加10%凝胶油(5%蜂蜡+5%谷维素);d. 添加5%凝胶油(5%蜂蜡+1%谷维素)+5%黄油;e. 添加10%黄油。下同。

图7 添加不同种类油脂对冰淇淋膨胀率的影响

由图7可知,谷维素添加量越多的凝胶油制备的冰淇淋膨胀率越差。凝胶油(5%蜂蜡+1%谷维素)替代一半黄油用量的冰淇淋膨胀率比完全替代的要好些。

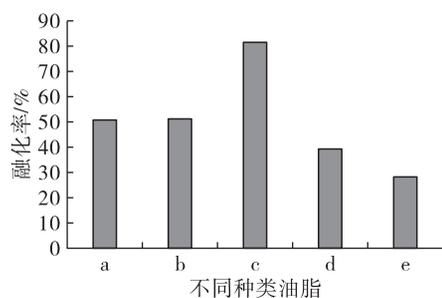


图8 添加不同种类油脂对冰淇淋融化率的影响

由图8可知,利用凝胶油替代黄油制备的冰淇淋的融化率比用黄油得到的高,谷维素含量越高的凝胶油所制备冰淇淋的融化率越高。部分凝胶油替代的相对融化率较低。综合样品的膨胀率和融化率,d组即5%凝胶油(5%蜂蜡+1%谷维素)和5%黄油制备的效果相对较好。

### 2.3.2 不同种类油脂制备的冰淇淋感官评价

感官评价是产品性质优劣的最直观和有效的评价方法,不同种类油脂制备的冰淇淋感官评价见表2。

表2 不同种类油脂制备的冰淇淋感官评价

样品	得分				总得分
	气味和滋味	组织	黏稠感	形态	
a	18	15	17	23	73
b	17	14	18	23	72
c	14	13	18	18	63
d	21	18	20	23	82
e	23	19	22	24	88

由表2可知,复合凝胶油冰淇淋感官评价总体

低于黄油冰淇淋,样品a、b复合凝胶油冰淇淋产品的形态完整结构较为稳定、色泽均匀,但组织结构和黏稠感较差。而样品c复合凝胶油在冰淇淋中不能有效地与乳蛋白结合,冰淇淋产品外观出现明显的结晶状,组织结构较差。样品d复合凝胶油冰淇淋和黄油冰淇淋产品感官较为相近,形态完整、大小一致、色泽均匀、质地紧密、口感润滑爽口。

### 3 结论

蜂蜡添加量的变化对葵花籽油凝胶油质构特性、持油性和微观形态有显著影响,随着蜂蜡添加量的增加,得到的凝胶油硬度值、黏度值和持油性不断提高。在利用蜂蜡制备凝胶油的时候添加谷维素,产品的营养价值有所提高,但其硬度值和黏度值却有所下降,持油性也有所降低。

在利用复合凝胶油代替黄油的应用中发现,复合凝胶油中谷维素添加量越多代替黄油制备的冰淇淋的膨胀率、抗融性和感官评价越差。其中利用添加5%蜂蜡和1%谷维素得到的凝胶油替代一半的黄油得到的冰淇淋,其膨胀率、抗融性和感官评价最接近全黄油制备的冰淇淋,由于其有较好的营养价值,通过进一步的工艺优化可以用来替代全黄油冰淇淋。

### 参考文献:

- [1] 周萍,胡福良,胡元强,等. 中、西蜂蜡理化指标分析及蜂蜡标准化建议[J]. 中国蜂业,2007,158(10):7-9.
- [2] 龚院生,姚惠源. 米糠中 $\gamma$ -谷维素抗脂质氧化作用[J]. 粮食与饲料工业,2000(11):40-44.
- [3] 谢黎虹,廖两元,朱智伟. 稻米中的功能因子及其生理作用[J]. 广州食品工业科技,2003,19(4):108-110.
- [4] BABAYAN V K. Medium-chain length fatty acid esters and their medical and nutritional applications [J]. J Am Oil Chem Soc, 1981, 58(1):49-51.
- [5] KIM S M, RHEE J S. Production of medium-chain glycerides by immobilized lipase in a solvent-free system [J]. J Am Oil Chem Soc, 1991, 68(7):499-503.
- [6] 钟金锋,覃小丽,刘雄. 凝胶油及其在食品工业中的应用研究进展[J]. 食品科学,2015,36(3):272-279.
- [7] MARANGONI A, CO E. Organogels: an alternative edible oil-structuring method[J]. J Am Oil Chem Soc, 2012, 89(5):749-780.
- [8] BOTEAG D, MARANGONI A, SMITH A. The potential application of rice bran wax oleogel to replace solid fat and enhance unsaturated fat content in ice cream[J]. J Food Sci, 2013, 78(9): C1334-C1339.

(下转第130页)

表4 产物表面活性性能对比

样品	表面张力/ (mN/m)	乳化性能		起泡性能		润湿性能/s
		乳化性/%	乳化稳定性/%	起泡性/%	泡沫稳定性/%	
N-月桂酰基复合氨基酸	26.9	98.5	97	93	92	45
月桂酸钾	27.5	97.5	90	92	90	52
十二烷基硫酸钠	26.8	98.0	92	90	87	51

### 3 结论

本研究以影响大豆粕合成 N-月桂酰基复合氨基酸产率因素的单因素试验为基础,利用 SAS 软件,根据 Box-Behnken 的试验设计原理,利用响应面优化大豆粕合成 N-月桂酰基复合氨基酸工艺,回归分析表明:复合氨基酸溶液与月桂酰氯体积比、pH、反应温度、丙酮与复合氨基酸溶液体积比对大豆粕合成 N-月桂酰基复合氨基酸产率都有极显著影响。通过回归数学模型得到最优工艺条件为复合氨基酸溶液与月桂酰氯体积比 3.2:1、pH 10.2、反应温度 35.5℃、丙酮与复合氨基酸溶液体积比 1.6:1、反应时间 2 h,在此条件下产率为 91.31%,与模型预测值 91.32% 相差很小。与阴离子表面活性剂月桂酸钾、十二烷基硫酸钠表面活性性能进行了比较,所得产物表面活性性能优越。

### 参考文献:

- [1] 葛虹,张之强,王军,等. N-脂酰氨基酸型表面活性剂的研究进展[J]. 日用化学工业,2006,36(2):94-98.
- [2] 武丽丽. 氨基酸型双子表面活性剂的合成与性能研究进展[J]. 日用化学工业,2015,45(6):342-346.
- [3] 杨璐,高清来,李可彬. N-酰基氨基酸型表面活性剂合成及应用研究进展[J]. 化工技术与开发,2007,36(10):24-28.
- [4] 王延,宋湛谦. N-脱氢枞基氨基酸类两性表面活性剂合成及其结构与性质关系研究[J]. 林产化学与工业,1996,16(3):1-6.
- [5] 陆丹丹,叶志文. 一种 N-酰基氨基酸表面活性剂的合成研究[J]. 日用化学工业,2013,43(1):34-37.
- [6] 陈波水,张楠,方建华,等. 脂肪酰基氨基酸对矿物润滑油生物降解性的影响研究[J]. 环境工程学报,2009,3(6):1140-1142.
- [7] 赵峰,李辉,张宏福. 仿生消化系统测定玉米和大豆粕酶水解物能值影响因素的研究[J]. 动物营养学报,2012,24(5):870-876.
- [8] 赵海祥,冯健,宁毅,等. 大豆粕替代鱼粉在吉富罗非鱼稚鱼实用饲料中的效果评价[J]. 动物营养学报,2011,23(10):1840-1846.
- [9] 冯光柱,谢文磊,卫延安. 由菜籽粕合成 N-硬脂酰基复合氨基酸表面活性剂[J]. 中国粮油学报,1998,13(3):30-33.
- [10] 程海涛,申献双. 响应面优化大豆粕合成 N-椰子油酰基复合氨基酸工艺研究[J]. 中国油脂,2017,42(10):58-62.
- [11] 郭兴凤. 蛋白质水解度的测定[J]. 中国油脂,2000,25(6):176-177.
- [12] 陈钧辉. 生物化学实验[M]. 3版. 北京:科学出版社,2003.
- [13] 王雪,郭兴凤. 蛋白质乳化性研究进展[J]. 粮食加工,2017,42(1):39-43.
- [14] 刘粼. 酶法有限水解对大豆分离蛋白乳化性能的影响[J]. 中国粮油学报,2000,15(1):26-29.
- [15] 胡超,黄丽华,李文哲. 大豆球蛋白 11S/7S 比值对大豆蛋白功能性的影响[J]. 中国粮油学报,2004,19(1):40-42.
- [13] STORTZ T, ZETZL A, BARBUT S. Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles[J]. Lipid Technol, 2012, 24(7):151-154.
- [14] 杨丽君,孟宗,李进伟,等. 分子蒸馏单甘酯含量对花生油基有机凝胶油性质的影响[J]. 中国油脂,2014,39(4):54-58.
- [15] MUSE M R, HARTEL R W. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness[J]. Am Dairy Sci Assoc, 2004, 87:1-10.
- [16] 何强,江波. 黄原胶和瓜尔豆胶的复配稳定剂对冰淇淋品质和流变性的影响[J]. 无锡轻工大学学报,2004,23(3):46-50.

(上接第 111 页)

- [9] HUGHES N, MARANGONI A, WRIGHT A. Potential food applications of edible oil organogels[J]. Trends Food Sci Technol, 2009, 20(10):470-480.
- [10] 刘日斌,李园,卢婉仪,等. 利用蒸馏单硬脂酸甘油酯制备玉米胚芽油凝胶油的研究[J]. 中国油脂,2017,42(1):66-69.
- [11] 李铎. 反式脂肪酸对人体健康的影响[J]. 中国食品学报,2010,10(4):28-30.
- [12] MENSINK R P, ZOCC P L, KESTER A D, et al. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials[J]. Am J Clin Nutr, 2003, 77(5):1146-1155.