

## 无患子籽油卸妆油的性能研究

雷锦舸<sup>1</sup>, 郑竟成<sup>1,2,3</sup>, 陈哲<sup>3</sup>, 罗质<sup>1,2</sup>, 何东平<sup>1,2,3</sup>, 雷芬芬<sup>1,2,3</sup>

(1. 武汉轻工大学 食品科学与工程学院, 武汉 430023; 2. 大宗粮油精深加工教育部重点实验室, 武汉 430023; 3. 国家市场监督管理总局重点实验室(食用油质量与安全), 武汉 430023)

**摘要:**为探究无患子籽油在化妆品领域的应用,在对无患子籽油主要理化性质和脂肪酸组成进行检测基础上,对其为原料制备的2种卸妆油WHZ-1(无患子籽油体积分数68%)和WHZ-2(无患子籽油体积分数28%)的自乳化性、稳定性、流动性、黏度、刺激性、卸妆效果及感官等进行评价。结果表明:无患子籽油酸值(KOH)为0.32 mg/g,过氧化值为0.45 mmol/kg,符合润肤油国家标准要求,主要脂肪酸油酸含量为53.52%,顺-11-二十碳烯酸含量为23.07%;WHZ-1的自乳化性优于WHZ-2,与商品卸妆油A、卸妆油B相当,WHZ-1、WHZ-2稳定性符合卸妆油国家标准要求,二者的黏度和流动性在商品卸妆油A和卸妆油B之间,人体皮肤斑贴实验测试结果显示二者均无红斑、水肿现象;WHZ-1的感官评分较WHZ-2的高,总体卸妆效果优于WHZ-2。无患子籽油卸妆油卸妆效果良好,刺激性低,有较好的应用前景。

**关键词:**卸妆油;无患子籽油;乳化剂;配方;评价

中图分类号:TQ658.2;TQ645.1 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2023)06-0136-05

## Performance of *Sapindus mulorossi* Gaertn oil make-up remover

LEI Jinge<sup>1</sup>, ZHENG Jingcheng<sup>1,2,3</sup>, CHEN Zhe<sup>3</sup>, LUO Zhi<sup>1,2</sup>,  
HE Dongping<sup>1,2,3</sup>, LEI Fenfen<sup>1,2,3</sup>

(1. College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China; 2. Key Laboratory for Deep Processing of Major Grain and Oil, Ministry of Education, Wuhan 430023, China; 3. Key Laboratory of Edible Oil Quality and Safety for State Market Regulation, Wuhan 430023, China)

**Abstract:** To investigate the application of *Sapindus mulorossi* Gaertn oil in cosmetics, the self-emulsification, stability, fluidity, viscosity, irritation, make-up removing effect and sensory of two make-up remover oil WHZ-1 (volume fraction of *Sapindus mulorossi* Gaertn oil 68%) and WHZ-2 (volume fraction of *Sapindus mulorossi* Gaertn oil 28%) prepared from *Sapindus mulorossi* Gaertn oil were evaluated on the basis of detecting the main physicochemical properties and fatty acid composition of *Sapindus mulorossi* Gaertn oil. The results showed that the acid value of *Sapindus mulorossi* Gaertn oil was 0.32 mgKOH/g and the peroxide value was 0.45 mmol/kg, which met the requirements of the national standard for skin care oil, and the contents of the main fatty acid oleic acid and *cis*-11-eicosanoic acid were 53.52% and 23.07%, respectively. The self-emulsification of WHZ-1 was better than that of WHZ-2, which was comparable to commercial make-up remover oil A and make-up remover oil B. The stability of WHZ-1 and WHZ-2 met the requirements of the national standard for make-up remover oil, and the viscosity and fluidity of both were between commercial make-up remover oil A and make-up remover oil B. The human skin patch test result showed that WHZ-1 and WHZ-2 had no redness or edema. The sensory score of WHZ-1 was higher than that of WHZ-2, and the overall make-up removing effect was better than WHZ-2. *Sapindus mulorossi* Gaertn oil make-up remover has good make-up removing effect, low irritation, and good application prospects.

收稿日期:2022-01-12;修回日期:2023-02-03

基金项目:中国科协青年人才托举工程项目(YESS20200380)

作者简介:雷锦舸(1996),女,在读硕士,研究方向为粮食、油脂及植物蛋白(E-mail)forlge15@163.com。

通信作者:雷芬芬,讲师(E-mail)fiona\_lei@126.com。

**Key words:** make-up remover oil; *Sapindus mulorossi* Gaertn oil; emulsifier; formulation; evaluation

卸妆油由油性成分、水和表面活性剂制成,其卸妆的原理是通过“以油溶油”的方法来溶解彩妆品和脸上多余的油脂<sup>[1]</sup>。以矿物油制成的卸妆产品有时会引发过敏和痤疮<sup>[2]</sup>,而植物油作为卸妆油的最大优点是纯天然,对皮肤没有刺激性,而且植物油还含有一些生物活性成分,它们具有滋润皮肤和治疗炎症的功效,同时还可以抑制皮脂分泌<sup>[3-4]</sup>。

无患子(*Sapindus mulorossi* Gaertn),又名肥皂树、洗手果,其种植在亚洲的热带和亚热带地区<sup>[5]</sup>。无患子提取物具有清洁、抗菌、消炎和止痒功效<sup>[6-7]</sup>,对皮肤刺激性低。无患子籽中含有油脂,无患子籽油中不饱和脂肪酸含量为80%以上,其中以油酸含量最高<sup>[8]</sup>。无患子籽油具有很好的抗氧化能力,可用作高级润肤剂<sup>[9-10]</sup>。目前无患子籽油应用研究主要集中在化工领域,对于其在化妆品中的应用研究相对较少。本文以无患子籽油为基油制备卸妆油,并对其自乳化性、稳定性、流动性、黏度、刺激性、卸妆效果及感官等方面进行评价,以期在无患子籽油在化妆品中的应用及评价提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

#### 1.1.1 原料与试剂

无患子籽油,产地福建;橄榄油,益海嘉里金龙鱼粮油食品股份有限公司;卸妆油A和卸妆油B,均为市售商品;PEG-20甘油三异硬脂酸酯、碳酸二辛酯、棕榈酸乙基己酯(2EHP),德国巴斯夫公司;辛酸/癸酸甘油三酯(CTCC),马来西亚KLK公司;薰衣草精油、甜橙精油、天竺葵精油、迷迭香精油,高岛化妆品有限公司;生育酚,上海源叶生物科技有限公司;封闭型斑贴,湖北康达医药开发有限公司;粉底液、眼线笔、口红,美国TomFord公司。

#### 1.1.2 仪器与设备

AR423CN电子天平,奥豪斯仪器(常州)有限公司;SCION 456-GC气相色谱仪,德国布鲁克公司;DH18B台式高速离心机,湖南多恒仪器设备有限公司;HH-2数显恒温水浴锅,江苏金坛市荣华仪器制造有限公司;GZX-9070MBE电热鼓风干燥箱,上海博迅实业有限公司医疗设备厂;NDJ-79A数字旋转黏度计,上海昌吉地质仪器有限公司。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 无患子籽油理化性质测定

酸值、过氧化值按GB/T 29990—2013进行测

定;皂化值按GB/T 5534—2008进行测定;碘值按GB/T 5532—2008进行测定;水分及挥发物含量按GB/T 5528—2008进行测定。

#### 1.2.2 无患子籽油脂脂肪酸组成测定

##### 1.2.2.1 甲酯化

将0.2 g无患子籽油加入2 mL 0.5 mol/L的氢氧化钾-甲醇(50%)溶液中,在60℃水浴锅水浴振荡30 min后,加入2 mL三氟化硼-甲醇溶液,涡旋振荡1 min,然后继续水浴3 min后加入2 mL饱和氯化钠溶液,从水浴锅取出样品,加入2 mL色谱纯正己烷,涡旋稍微振荡30 s,取上清液过0.45 μm微孔滤膜后进行气相色谱分析。

##### 1.2.2.2 气相色谱分析条件

HP-FFAP色谱柱(30 m×0.25 mm×0.25 μm);载气为氦气,流速1 mL/min;进样量1 μL;进样口温度250℃;分流比1:30;升温程序为初始温度141℃,以5℃/min升温到176℃,再以1℃/min升温到180℃,保持5 min;溶剂延迟3 min。

#### 1.2.3 无患子籽油卸妆油的制备

按前期优化的配方(见表1)进行无患子籽油卸妆油WHZ-1、WHZ-2的制备。具体方法:将无患子籽油、橄榄油搅拌均匀得混合物A;将PEG-20甘油三异硬脂酸酯、2EHP、CTCC、碳酸二辛酯混合搅拌均匀,得到混合物B;将薰衣草精油、甜橙精油、天竺葵精油、迷迭香精油搅拌均匀,得到混合物C;将B和C依次加入A中,再加入生育酚,得到混合物D;将D在60℃水浴锅中搅拌并充分溶解,直至形成均一透明液体,得到无患子籽油卸妆油。

表1 WHZ-1、WHZ-2的配方 %

成分	WHZ-1	WHZ-2
无患子籽油	68.0	28.0
橄榄油	9.0	20.0
碳酸二辛酯	5.6	13.3
PEG-20甘油三异硬脂酸酯	11.2	26.7
2EHP	2.8	6.7
CTCC	1.4	3.3
薰衣草精油	0.5	0.5
甜橙精油	0.4	0.4
天竺葵精油	0.5	0.5
迷迭香精油	0.5	0.5
生育酚	0.1	0.1

注:配方中各物质含量以体积分数计

## 1.2.4 无患子籽油卸妆油的性能测试

### 1.2.4.1 自乳化性

取 5 g 卸妆油样品使其均匀地流淌在培养皿表面,形成均一液面,在其上方缓慢滴入 0.1 g 水,观察卸妆油与水在 5、30、60 s 时的融合情况。

### 1.2.4.2 稳定性

参照 GB/T 35914—2018《卸妆油(液、乳、膏、霜)》进行稳定性测试,并略有修改。

耐热、耐寒实验:分别称取 20 g WHZ-1、WHZ-2,置于 -4、20、45 °C 下贮存 1 周,然后取出恢复到室温,观察 3 个温度下卸妆油的变稀、分层、变色等情况。

离心实验:将 WHZ-1、WHZ-2 放入离心管中,在 500、3 000、10 000 r/min 的速率下离心 30 min,取出观察是否有分层。

### 1.2.4.3 黏度

将 WHZ-1、WHZ-2、卸妆油 A 和卸妆油 B 在室温(25 °C)下放置 24 h 后,采用 NDJ-79A 数字旋转黏度计在转速 750 r/min 下测试黏度。

### 1.2.4.4 流动性

分别取 0.1 g WHZ-1、WHZ-2、卸妆油 A 和卸妆油 B 于平整的人造皮革上,垂直 90 °C,让其自然流动,记录 4 种卸妆油流动 10 cm 距离时所用时间。

### 1.2.4.5 人体皮肤斑贴实验

参考《化妆品安全技术规范》(2015 年版),选择 20 名志愿者,用封闭式斑贴操作方法,分别取约 0.02 mL WHZ-1、WHZ-2、卸妆油 A 和卸妆油 B 滴入斑贴内,用胶带贴在受试者上手臂内侧,24 h 后去除斑贴,分别在去除后的 1、12、24 h 观察皮肤反应。

### 1.2.4.6 卸妆效果

取 0.1 g 粉底液、眼线笔、口红涂抹于手背或者手臂,使其常温下停留 2 h,分别取 0.1 g WHZ-1、WHZ-2、卸妆油 A 和卸妆油 B 涂于实验部位,加 3 mL 水用手融合,再用 200 mL 水从上向下自然冲洗,观察卸妆效果。

### 1.2.4.7 感官评价

邀请实验室男女同学各 5 位作为评定人员。在每个同学手臂内侧画出 4 个 5 cm × 5 cm 的区域,分别取 0.1 g WHZ-1、WHZ-2、卸妆油 A 和卸妆油 B,均匀涂抹在手臂区域内,取 100 mL 水分别对每个区域进行冲洗,采用 10 分制,对外观、紧绷感、卸妆力、刺激性、冲水性 5 个方面进行评分,绘制雷达图评价结果。

### 1.2.5 数据处理

实验数据均为 3 次重复实验平均值,使用

Origin 9.0 绘图,采用 Microsoft Excel 2016 进行数据处理与统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 无患子籽油的主要理化性质(见表 2)

表 2 无患子籽油理化指标

酸值(KOH)/ (mg/g)	皂化值(KOH)/ (mg/g)	过氧化值/ (mmol/kg)	碘值(I)/ (g/100 g)	水分及挥发 物含量/%
0.32 ± 0.03	153.25 ± 0.21	0.45 ± 0.03	86.16 ± 0.12	0.04 ± 0.01

从表 2 可以看出,无患子籽油酸值(KOH)为 0.32 mg/g,过氧化值为 0.45 mmol/kg,符合 GB/T 29990—2013《润肤油》要求[酸值(KOH) ≤ 5 mg/g,过氧化值 ≤ 10 mmol/kg],皂化值(KOH)较低,为 153.25 mg/g,说明无患子籽油不皂化物和长链脂肪酸含量较高。无患子籽油碘值(I)为 86.16 g/100 g,说明其为不干性油[碘值(I) < 100 g/100 g]。无患子籽油水分及挥发物含量为 0.04%。

### 2.2 无患子籽油的主要脂肪酸组成(见表 3)

表 3 无患子籽油主要脂肪酸组成及含量 %

棕榈酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	顺-11-二十 碳烯酸
4.52 ± 0.02	53.52 ± 0.17	6.42 ± 0.01	7.70 ± 0.08	23.07 ± 0.05

由表 3 可知,无患子籽油中主要含有油酸、顺-11-二十碳烯酸、亚麻酸、亚油酸和棕榈酸,其中油酸含量最高,为 53.52%,其次是顺-11-二十碳烯酸,含量为 23.07%,该成分具有良好的清洁效果,可作为化妆品和高级润滑油基料<sup>[11]</sup>,因此无患子籽油可用作天然植物卸妆油原料。

### 2.3 无患子籽油卸妆油的性能

#### 2.3.1 自乳化性

自乳化性是指乳化是自发产生的,自发乳化过程中液滴是通过 2 种不同的液体相互作用而形成的,不需要外部能量输入<sup>[12]</sup>。4 种卸妆油自乳化性如图 1 所示。由图 1 可知:向 4 种卸妆油中滴入水滴后,5 s 时,卸妆油 A 呈淡白化状态并扩散,卸妆油 B 立刻出现白化现象,WHZ-1 呈黄白色状态并扩散,WHZ-2 呈淡黄色;30 s 时,卸妆油 A、WHZ-1 白化效果加深,卸妆油 B 白化效果更加明显,WHZ-2 开始泛白和扩散;60 s 时,卸妆油 A、WHZ-1 白化效果明显并扩散,卸妆油 B 白化持续加深并扩散,WHZ-2 白化开始加深。结果表明,WHZ-1 与卸妆油 A、卸妆油 B 的实验效果类似,水滴能够很快与卸妆油融合,乳化能力较强,而 WHZ-2 乳化速度比较慢,乳化程度不明显,可以认为其乳化能力比较弱。

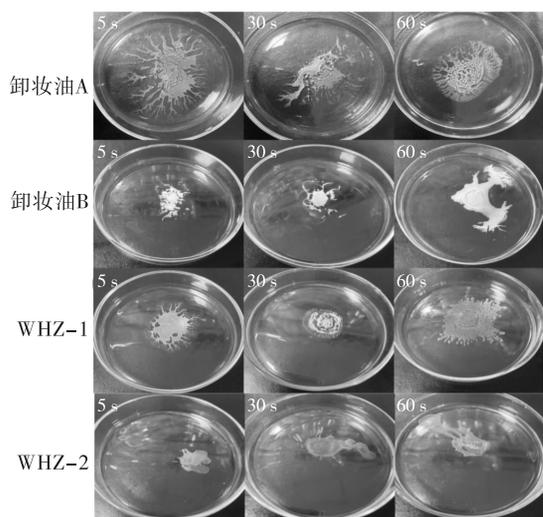


图1 4种卸妆油的自乳化性

### 2.3.2 稳定性

WHZ-1和WHZ-2的耐热、耐寒实验结果见表4,离心实验结果见表5。由表4可看出,WHZ-1、WHZ-2在-4、20、45℃均没有出现变稀、分层和变色情况。由表5可看出,WHZ-1在各转速下离心30 min均稳定,未出现分层,WHZ-2虽然在10 000 r/min下离心30 min出现了分层,但在3 000 r/min下离心30 min稳定,满足GB/T 35914—2018规定的在2 000 r/min离心30 min不分层的要求。综上,WHZ-1和WHZ-2稳定性满足GB/T 35914—2018的要求。

表4 WHZ-1和WHZ-2的耐热、耐寒实验结果

温度/℃	WHZ-1			WHZ-2		
	变稀	分层	变色	变稀	分层	变色
-4	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-

注: -表示未发生变化

表5 WHZ-1和WHZ-2的离心实验结果

转速/(r/min)	WHZ-1	WHZ-2
500	-	-
3 000	-	-
10 000	-	+

注: +表示有分层, -表示无分层

### 2.3.3 黏度

4种卸妆油的黏度如图2所示。黏度过大会腻感厚重,在皮肤上推展抹开较慢,清洗后容易残留,黏度过小会使卸妆油在皮肤表面无法形成稳定的油膜,达不到清洁效果<sup>[13]</sup>。由图2可看出,WHZ-1、WHZ-2的黏度分别为37.3、35.7 Pa·s,大于卸妆油B的(17.6 Pa·s),小于卸妆油A的(43.2 Pa·s)。

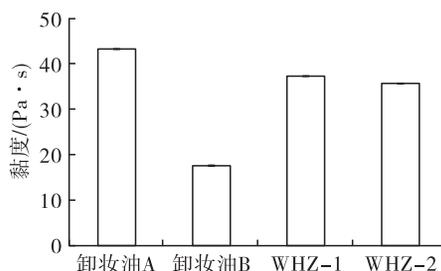


图2 4种卸妆油的黏度

### 2.3.4 流动性

4种卸妆油的流动性如图3所示。由图3可看出,卸妆油A的流动时间最短,然后依次是WHZ-1、WHZ-2,卸妆油B的流动时间最长。与2.3.3黏度结果正好相反,造成这一结果的原因有待后续进一步研究确定。

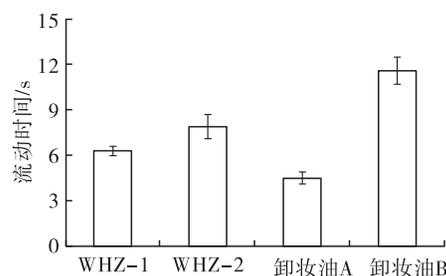


图3 4种卸妆油的流动性

### 2.3.5 人体皮肤斑贴实验

人体皮肤斑贴实验测试结果见表6。由表6可看出,与卸妆油A和卸妆油B相似,WHZ-1和WHZ-2在斑贴去除1、12、24 h后皮肤未出现红斑、水肿现象。

表6 人体皮肤斑贴实验测试结果

样品	时间/h	淡红斑	红斑、水肿、丘疹	明显红斑水疱	重度红斑、水肿
卸妆油A	1	无	无	无	无
	12	无	无	无	无
	24	无	无	无	无
卸妆油B	1	无	无	无	无
	12	无	无	无	无
	24	无	无	无	无
WHZ-1	1	无	无	无	无
	12	无	无	无	无
	24	无	无	无	无
WHZ-2	1	无	无	无	无
	12	无	无	无	无
	24	无	无	无	无

### 2.3.6 卸妆效果

4种卸妆油对粉底液、眼线笔、口红卸妆效果如图4所示。由图4可看出:对于粉底液,卸妆油A、WHZ-2和WHZ-1的卸妆效果优于卸妆油B;对

于眼线笔,4种卸妆油的卸妆效果相似;对于口红,WHZ-1的卸妆效果与卸妆油B和卸妆油A的相当,均优于WHZ-2。

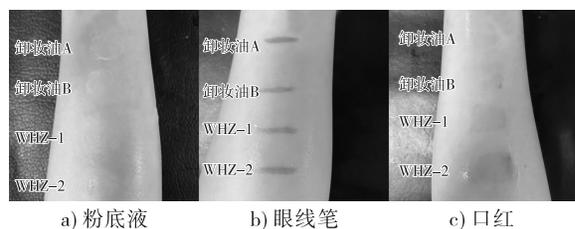
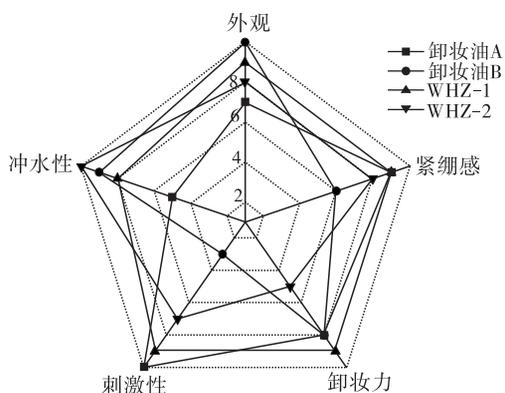


图4 4种卸妆油对粉底液、眼线笔、口红的卸妆效果

### 2.3.7 感官评价

4种卸妆油的感官评价结果如图5所示。由图5可看出:WHZ-1的卸妆力评分最高,WHZ-2的冲水性评分最高,二者的外观、紧绷感、刺激性评分均在卸妆油A和卸妆油B之间,且总体上WHZ-1各指标综合评分高于WHZ-2。



注:刺激性与紧绷感均已正向化处理,得分越高越好

图5 4种卸妆油的感官评价结果

## 3 结论

无患子籽油的酸值和过氧化值均符合润肤油国家标准要求。无患子籽油中油酸含量最高,为53.52%,其次是顺-11-二十碳烯酸,含量为23.07%。对以其为原料制备的2种无患子籽油卸妆油WHZ-1(无患子籽油体积分数68%)和WHZ-2(无患子籽油体积分数28%)的自乳化性、稳定性、黏度、流动性、安全性进行测试,结果发现,WHZ-1的自乳化性优于WHZ-2,与商品卸妆油A和卸妆油B相当,WHZ-1、WHZ-2稳定性均符合卸妆油国家标准要求,二者的黏度和流动性介于商品卸妆油A和卸妆油B之间,人体皮肤斑贴实验测试结果显示二者均无红斑、水肿现象。另外,WHZ-1的感官评分较WHZ-2的高,总体的卸妆效果优于WHZ-

2。以无患子籽油制成的卸妆油清洁效果好,刺激性低,安全性高,应用前景广阔。

### 参考文献:

- [1] 孙淑秀. 功能型自乳化液的制备及应用[D]. 福州: 福建师范大学, 2016.
- [2] SADEQ T W, OMER S Q. Development and evaluation of natural cosmeceutical ingredients as makeup remover to prevent hyperpigmentation[J]. J Int Pharm Res, 2019,46(6): 145-151.
- [3] PARNSAMUT N, KAMLAYAVATTANAKUL M, LOURITH N. Development and efficacy assessments of tea seed oil makeup remover[J]. Ann Pharm Fr,2017,75(3):189-195.
- [4] PAKKANG N, URAKI Y, KODA K, et al. Preparation of water-in-oil microemulsion from the mixtures of castor oil and sunflower oil as makeup remover[J]. J Surfactants Deterg, 2018, 21(6): 809-816.
- [5] SUN C, WANG J, DUAN J, et al. Association of fruit and seed traits of *Sapindus mukorossi* germplasm with environmental factors in southern China[J/OL]. Forests, 2017, 8(12): 491 [2022-01-12]. <https://doi.org/10.3390/f8120491>.
- [6] 欧霖拱. 无患子提取液制备纳米银及其协同抗菌性研究[J]. 日用化学品科学, 2017, 40(11): 29-32.
- [7] REETIKA S, NISHI K. *Sapindus mukorossi* Gaertn.: rich source of antioxidants and reducing agents[J]. Ethics Environ, 2020, 24(1): 38-46.
- [8] 陈茜文, 梅文静, 高旭晖, 等. 无患子籽仁油的提取工艺及其成分分析[J]. 经济林研究, 2018, 36(1): 120-124.
- [9] BANDA S D T, SUNEETHA D, REDDY T. In-vivo antioxidant activity of methanolic extract of *Sapindus emarginatus* in monosodium glutamate induced obesity rats[J]. Int J Pharm Life Sci, 2013, 4: 3105-3108.
- [10] 秦愉, 庞丽蓉, 符少团, 等. 无患子种仁油的提取工艺优化及脂肪酸组成分析[J]. 中国油脂, 2018, 43(1): 13-15.
- [11] LIN Y H, NIEN C J, CHEN L G, et al. *Sapindus mukorossi* seed oil changes tyrosinase activity of  $\alpha$ -MSH-induced B16F10 cells via the antimelanogenic effect of eicosenoic acid[J]. Nat Prod Commun, 2020, 15(11): 169-180.
- [12] SOLANS C, MORALES D, HOMES M. Spontaneous emulsification[J]. Curr Opin Colloid In, 2016, 22: 88-93.
- [13] 岳娟, 蒋雨刚, 申奉受, 等. 常用增稠剂在化妆品配方中的应用研究[J]. 香料香精化妆品, 2017(4): 49-55.