

# 牛大力中防晒成分的超声提取及其稳定性

郭飞燕, 纪明慧\*, 陈光英, 钟文英

(热带药用资源化学教育部重点实验室, 海南师范大学 化学与化工学院, 海南 海口 571158)

**摘要:**采用超声辅助提取法从牛大力中提取防晒成分,以单因素实验及正交实验考察防晒成分的最佳提取工艺条件,并且研究了提取液中防晒成分的稳定性。结果表明:以无水乙醇为溶剂,料液比为20:25(mg/mL),提取温度60℃,提取时间90 min、超声功率144 W的条件下牛大力中防晒成分提取效果较佳,温度、光照和放置时间对提取液的防晒活性没有明显的影响。牛大力中含有较强的紫外线吸收成分,主要吸收波长在280~320 nm之间,具有开发为天然防晒剂的潜力。

**关键词:**牛大力;超声波辅助提取法;防晒成分;稳定性

中图分类号:TQ658.24

文献标志码:A

文章编号:1674-4942(2021)03-0291-09

## Ultrasonic-assisted Extraction and Stability of the Sunscreen Constituents from *Millettia speciosa*

GUO Feiyan, JI Minghui\*, CHEN Guangying, ZHONG Wenying

(Key Laboratory of Tropical Medicinal Resource Chemistry of Ministry of Education, Chemistry and Chemical Engineering, Hainan Normal University, Haikou 571158, China)

**Abstract:** The sunscreen component was extracted from *Millettia speciosa* by using the ultrasonic-assisted extraction method, and the optimum condition of extraction was confirmed by means of single factor experiments and orthogonal experiment. The stability of the sunscreen component from the extraction was also investigated. The results indicated that under the extraction condition in which anhydrous ethanol was used as the solvent, the solid-liquid ratio was 20:25 (mg/mL), the temperature of extraction was 60 °C, extraction time was 90 min and the ultrasonic power was 144W, the sunscreen component from *Millettia speciosa* can be extracted preferably, the results of experiments also revealed that temperature, light and storage time did not have obvious effect on the activity of the sunscreen component. Therefore, *Millettia speciosa* contains the component absorbing ultraviolet strongly, the main absorption wavelength is between 280~320 nm, and this plant has the potential to be developed as a natural sunscreen.

**Keywords:** *Millettia speciosa*; ultrasonic-assisted extraction; sunscreen component; stability

近年来,随着大气臭氧层的破坏,到达地面的紫外线强度日益增加,对全球生态系统及人类的健康产生不同程度的影响。紫外线按波长不同又可分为UVC(200~280 nm)、UVB(280~320 nm)、UVA(320~400 nm)3个区段,其中短波部分UVC(200~280 nm)由于被大气臭氧层吸收散射而不能到达地面,对人体不造成伤害,真正透过大气臭氧层的阻隔而到达地球表面的紫外线为UVB和UVA区段射线。UVB是引起皮肤晒伤出现红斑的主要因素,而UVA的穿透能力则较强,它能穿透皮肤表层直接到达真皮层,可引起严重的组织损害,甚至导致皮肤癌<sup>[1-5]</sup>。因此防紫外线照射,研究防晒剂成为各化妆品企业的研发重点。近年来,已经发现许多天然植物(成分)具有紫外线吸收作用,如槐米、大黄、檀香、黄芩以及维生素E、维生素A等,都有较好

收稿日期:2021-04-26

基金项目:海南省重点研发项目(ZDYF2019165)

第一作者:郭飞燕(1963—),海南万宁人,副教授,研究方向为天然产物产品研发。E-mail:guofeiyan2009@163.com

\*通信作者:纪明慧(1968—),海南万宁人,研究员,研究方向为天然产物产品研发。E-mail:jimh66@163.com

的紫外线吸收性能<sup>[4-10]</sup>。与有机合成防晒剂相比,天然防晒原料在紫外线吸收性、防止辐射损伤、提高防晒产品有效性和安全性方面更具有优势<sup>[4,12]</sup>。目前尚未发现利用牛大力提取天然紫外线吸收物质的报道。

牛大力(俗名)是豆科(Leguminosae)崖豆藤属 *Millettia* Wight et Arn. 植物美丽崖豆藤 *Millettia Speciosa* Champ. 的干燥根,在我国已有悠久的临床使用历史,具有免疫调节、降血糖、抗氧化和清除自由基等功效,目前的研究表明牛大力含有三萜、黄酮、酚类、木脂素等化学成分<sup>[13,15]</sup>。这些化合物能吸收紫外线的能量,再以热能或可见光等形式释放出来,减少对皮肤的损伤<sup>[10,16]</sup>,因此对牛大力提取物防晒活性的研究是一项有意义的工作,可为牛大力在化妆品中的应用提供理论基础。

## 1 实验材料与方法

### 1.1 仪器

电子天平,TD-214型,丹佛仪器北京有限公司;双光束紫外可见分光光度计,TU-1901,北京普析通用仪器有限责任公司;超声波清洗仪,XO-5200DTS,南京先欧仪器制造有限公司;集热式磁力加热,HH-6型,江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司;真空干燥箱,DZF-6050型,上海恒科有限公司。

### 1.2 材料与试剂

牛大力采自海南省五指山市,经海南师范大学生命科学院钟琼芯教授鉴定为豆科蝶形花亚科崖豆藤属植物美丽崖豆藤(*M. Speciosa*)的干燥根。

石油醚、乙酸乙酯、无水乙醇均为分析纯,天津市福晨化学试剂厂;氯仿,分析纯,天津市永大化学试剂开发中心。

### 1.3 不同溶剂提取牛大力提取液防晒活性成分

精确称量5份15 mg牛大力粉末于6个50 mL的圆底烧瓶中,分别加入石油醚、氯仿、乙酸乙酯、无水乙醇、蒸馏水各25 mL。在温度为60℃,功率为120 W,频率为25 Hz的条件下超声提取回流30 min。提取结束,抽滤过滤,收集滤液。参照文献<sup>[17-19]</sup>方法,测定提取液在280~400 nm波长范围内的吸光度,计算其UVB和UVA的平均吸光度值,考察其对紫外线的吸收能力,寻找最合适的提取溶剂。

### 1.4 单因素实验

通过单因素实验分别考察料液比、时间、温度和功率这四个因素对牛大力防晒活性的影响。

#### 1.4.1 料液比对牛大力提取液防晒活性的影响

精确称取5、10、15、20、25、30 mg牛大力粉末于6个50 mL圆底烧瓶中,分别加入25 mL无水乙醇,在温度为60℃,功率为120 W,频率为25 Hz条件下超声提取回流30 min。提取结束,抽滤过滤,收集滤液,测定提取液在波长为280~320 nm的吸光度,计算UVB的平均吸光度值,考察其对紫外线的吸收能力,确定最佳的料液比。

#### 1.4.2 时间对牛大力提取液防晒活性的影响

精确称取20 mg牛大力粉末于6个50 mL圆底烧瓶中,分别加入25 mL无水乙醇,在温度为60℃,功率为120 W,频率为25 Hz条件下,改变超声提取时间为30、60、90、120、150、180 min,提取结束,抽滤过滤,收集滤液,测定提取液在波长为280~320 nm的吸光度,计算UVB的平均吸光度值,考察其对紫外线的吸收能力,确定最佳的提取时间。

#### 1.4.3 温度对牛大力提取液防晒活性的影响

精确称取20 mg牛大力粉末于6个50 mL圆底烧瓶中,分别加入25 mL无水乙醇,在功率为120 W,频率为25 Hz,超声回流提取时间为30 min,改变提取温度为30、40、50、60、70、80℃,提取结束,抽滤过滤,收集滤液,测定提取液在波长为280~320 nm的吸光度,计算UVB的平均吸光度值,考察其对紫外线的吸收能力,确定最佳的提取温度。

#### 1.4.4 功率对牛大力提取液防晒活性的影响

精确称取20 mg牛大力粉末于7个50 mL圆底烧瓶中,分别加入25 mL无水乙醇,在温度为60℃,频率为25 Hz,超声回流提取时间为30 min,改变超声功率为72、96、120、144、168、192、216 W,提取结束,抽滤过滤,

收集滤液,测定提取液在波长为280~320 nm的吸光度,计算UVB的平均吸光度值,考察其对紫外线的吸收能力,确定最佳的提取功率。

1.5 正交实验

通过预实验,得出超声法提取牛大力防晒物质的过程中,料液比(牛大力/溶剂)、提取温度、提取时间、提取功率是影响提取物防晒活性的主要因素,设计4因素5水平的正交实验,用正交表 $L_{25}(4^5)$ 进行正交实验,并以UVB(280~320 nm)的平均吸光度值作为考察指标以筛选最佳的提取工艺条件,因素和水平见表1。

表 1 正交实验因素与水平  
Table 1 Factors and levels used in the orthogonal experiment

| 水平 | 因素            |        |          |        |
|----|---------------|--------|----------|--------|
|    | A:料液比/(mg/mL) | B:温度/℃ | C:时间/min | D:功率/W |
| 1  | 5:25          | 40     | 30       | 96     |
| 2  | 10:25         | 50     | 60       | 120    |
| 3  | 15:25         | 60     | 90       | 144    |
| 4  | 20:25         | 70     | 120      | 168    |
| 5  | 25:25         | 80     | 150      | 192    |

1.6 牛大力提取液防晒活性稳定性研究

1.6.1 温度对乙醇提取液防晒活性的影响

将1.5节最佳方法制备的牛大力乙醇提取液分装入7个10 mL棕色容量瓶中,取其一作为空白对照组置于室温,其余6瓶溶液分别放置在-10、0、10、20、30、40℃的保温装置中,5 h后取出溶液恢复至室温,以乙醇作为空白,测定提取液在波长280~320 nm范围的吸光度,计算其在最大吸收波长处的吸光度和UVB区的平均吸光度值的保留率<sup>[17,19]</sup>:保留率=(放置后吸光度/原始吸光度)×100%。

1.6.2 光对乙醇提取液防晒活性的影响

将1.5节最佳方法制备的牛大力乙醇提取液分成两部分,一部分盛于棕色容量瓶中置于避光处,另一部分提取液于无色透明容量瓶中,放置在白炽灯下,持续15 d,每隔24 h测定提取液在波长280~320 nm范围的吸光度,计算其在最大吸收波长处的吸光度和在UVB区的平均吸光度值的保留率。

1.6.3 放置时间对乙醇提取液防晒活性的影响

将1.5节最佳方法制备的牛大力乙醇提取液装入无色透明容量瓶中,在室温32℃的自然环境下放置15 d,每隔24 h测定提取液在波长280~320 nm范围的吸光度,计算其在最大吸收波长处的吸光度和在UVB区的平均吸光度值的保留率。

2 结果与讨论

2.1 牛大力防晒成分的提取工艺

2.1.1 不同溶剂对牛大力提取液防晒活性的影响

按1.3节中的方法对牛大力样品进行超声波辅助提取,测定其在280~400 nm波长范围内的吸光度,计算其UVB和UVA的平均吸光度值,考察其紫外线吸收能力,结果见表2。

由表2可知,超声波辅助提取牛大力中防晒成分以无水乙醇为溶剂效果最佳,其最大吸收波长 $\lambda_{\max}$ =296 nm,提取液对UVB范围内的紫外线有较强的吸收,平均吸光度值为1.982,对UVA范围内的紫外线吸收能力下降,平均吸光度值小于0.3。据文献报道,紫外吸光度在1.5~2之间时,提取物有高效防护紫外线照射的能力,而紫外吸光度<0.5时,提取物对紫外线没有防护作用<sup>[20]</sup>,在设定的实验条件下,牛大力石油醚、氯仿、乙酸乙酯、蒸馏水提取物对UVB和UVA的平均吸光度值均小于0.3,这几种提取液对紫外线的吸收能力较弱,故选择无水乙醇为最佳的提取溶剂。

表2 溶剂对提取液防晒活性影响

Table 2 The effect of different solvent on the sunscreen activity of extracts

| 溶剂   | 平均吸光度值            |                   |
|------|-------------------|-------------------|
|      | UVB(280 ~ 320 nm) | UVA(320 ~ 400 nm) |
| 无水乙醇 | 1.982             | 0.255             |
| 石油醚  | 0.014             | 0.006             |
| 氯仿   | 0.225             | 0.239             |
| 乙酸乙酯 | 0.120             | 0.104             |
| 蒸馏水  | 0.145             | 0.125             |

### 2.1.2 料液比对牛大力提取液防晒活性的影响

在其他条件不变的情况下,考察料液比5:25、10:25、15:25、20:25、25:25、30:25(mg/mL)时,牛大力提取物在最大吸收波长 $\lambda = 296\text{ nm}$ 处和在280 ~ 320 nm波长范围内的紫外吸光度的变化,计算其UVB的平均吸光度值,考察其紫外线吸收能力,结果见表3。

表3 料液比对提取液防晒活性影响

Table 3 The effect of solid-liquid ratio on the sunscreen activity of extracts

| 料液比/(mg/mL) | UVB区平均吸光度值 | $\lambda_{\text{max}}=296\text{ nm}$ 处吸光度 |
|-------------|------------|-------------------------------------------|
| 5:25        | 1.143      | 1.534                                     |
| 10:25       | 1.743      | 2.134                                     |
| 15:25       | 2.217      | 2.643                                     |
| 20:25       | 2.647      | 2.722                                     |
| 25:25       | 2.637      | 2.704                                     |
| 30:25       | 2.635      | 2.711                                     |

由表3可知,当提取温度为60℃、提取时间为30 min、超声功率为120 W、超声频率为25 Hz不变条件下,当料液比为5:25 ~ 30:25(mg/mL)时,牛大力防晒成分提取率随着料液比的增大而增加;但当料液比大于20:25 mg/mL时,防晒成分提取率随着料液比的增加而趋于平缓。当料液比过小时,由于牛大力样品量小,防晒成分含量也相应较小,料液比过大,由于溶剂量小,牛大力样品浓度过大,样品没有得到充分的浸提,造成原料的浪费,因此,最佳液料比为20:25(mg/mL)。

### 2.1.3 时间对牛大力提取液防晒活性的影响

在其他条件不变的情况下,考察超声提取时间为30、60、90、120、150、180 min时,牛大力提取物在最大吸收波长 $\lambda_{\text{max}} = 296\text{ nm}$ 处和在280 ~ 320 nm波长范围内的紫外吸光度的变化,计算其UVB的平均吸光度值,考察其紫外线吸收能力,结果见表4。

由表4可知,当料液比为20:25(mg/mL)、提取温度为60℃、超声功率为120 W、超声频率为25 Hz不变的条件下,提取时间在30 ~ 90 min时,牛大力防晒成分提取量随着提取时间的增加而增加;当提取时间大于90 min时,防晒成分的提取量随着提取时间的增加趋于稳定。因为随着提取时间的增加,原料中的防晒成分在

表4 时间对提取液防晒活性影响

Table 4 The effect of time on the sunscreen activity of extracts

| 时间/min | UVB区平均吸光度值 | $\lambda_{\text{max}} = 296\text{ nm}$ 处吸光度 |
|--------|------------|---------------------------------------------|
| 30     | 2.486      | 2.605                                       |
| 60     | 2.601      | 2.730                                       |
| 90     | 2.652      | 2.760                                       |
| 120    | 2.610      | 2.712                                       |
| 150    | 2.610      | 2.745                                       |
| 180    | 2.617      | 2.715                                       |

乙醇的作用被提取出来,超声回流提取 90 min 后,提取液中防晒成分在乙醇中的溶解度基本达到饱和,再增加提取时间,提取量也不会增加,反而会导至不稳定的防晒成分的分解,降低提取液中防晒成分的含量,因此 90 min 为最佳时间。

#### 2.1.4 温度对牛大力提取液防晒活性的影响

在其它条件不变的情况下,考察提取温度为 30、40、50、60、70、80 ℃时,牛大力提取物在最大吸收波长为  $\lambda_{\max} = 296 \text{ nm}$  处和在 280 ~ 320 nm 波长范围内的紫外吸光度的变化,计算其 UVB 的平均吸光度值,考察其紫外线吸收能力,结果见表 5。

表 5 温度对提取液防晒活性影响

Table 5 The effect of temperature on the sunscreen activity of extracts

| 温度/℃ | UVB 区平均吸光度值 | $\lambda_{\max} = 296 \text{ nm}$ 处吸光度 |
|------|-------------|----------------------------------------|
| 30   | 2.428       | 2.701                                  |
| 40   | 2.480       | 2.704                                  |
| 50   | 2.512       | 2.738                                  |
| 60   | 2.652       | 2.770                                  |
| 70   | 2.610       | 2.735                                  |
| 80   | 2.614       | 2.715                                  |

由表 5 可知,当料液比为 20:25(mg/mL)、提取时间为 30 min、超声功率为 120 W、频率为 25 Hz 不变的条件下,以乙醇为溶剂对牛大力防晒物质进行超声提取,当提取温度在 30 ~ 60 ℃时,牛大力防晒成分提取率随着提取温度的升高而增加;当提取温度大于 60 ℃时,防晒成分提取率随着提取温度的增加而下降。提取温度过低,溶剂分子运动速度缓慢,不能很好地渗透到牛大力植物组织里,在规定的时间内防晒成分不能被充分提取;提取温度提高,加快了溶剂分子运动速度,提高了防晒物质的溶解度,提取率增大,但过高的温度,会使防晒成分分解,使防晒成分的损失增加,同时能耗也随之增大,增加了成本的投入。因此,提取温度为 60 ℃时是最佳选择。

#### 2.1.5 功率对牛大力提取液防晒活性的影响

在其它条件不变的情况下,考察超声功率为 72、96、120、144、168、192、216 W 时,牛大力提取物在最大吸收波长  $\lambda_{\max} = 296 \text{ nm}$  处和在 280 ~ 320 nm 波长范围内的紫外吸光度的变化,计算其 UVB 的平均吸光度值,考察其紫外线吸收能力,结果见表 6。

表 6 功率对提取液防晒活性影响

Table 6 The effect of power on the sunscreen activity of extracts

| 功率/W | UVB 区平均吸光度值 | $\lambda_{\max} = 296 \text{ nm}$ 处吸光度 |
|------|-------------|----------------------------------------|
| 72   | 2.594       | 2.701                                  |
| 96   | 2.594       | 2.704                                  |
| 120  | 2.618       | 2.768                                  |
| 144  | 2.666       | 2.773                                  |
| 168  | 2.630       | 2.735                                  |
| 192  | 2.599       | 2.698                                  |
| 216  | 2.601       | 2.701                                  |

由表 6 可知,当料液比为 20:25(mg/mL)、提取温度为 60 ℃、提取时间为 30 min、超声频率为 25 Hz 不变的条件下,以乙醇为溶剂对牛大力防晒物质进行超声提取,当超声功率为 48 ~ 144 W 时,牛大力防晒成分提取率随着超声功率增大而增加;当超声功率大于 144 W 时,防晒成分提取率随着超声功率的增大而降低。功率过低,提取效率慢,随着超声功率的增大,使溶剂快速地渗透到牛大力样品中,将其中有机成分尽可能完全地溶于溶剂之中,得到多成分混合提取液,降低了有效防晒成分的含量,影响了牛大力中防晒成分的提取,

因此选择 144 W 为最佳超声功率。

### 2.1.6 正交实验结果

在单因素的基础上,以料液比、提取时间、提取温度和提取功率为考察因素,设计 4 因素 5 水平的正交实验,用正交表  $L_{25}(4^5)$  进行正交实验,实验结果如下表 7。

表 7 正交实验结果  
Table 7 The results of the orthogonal experiment

| 实验号 | A           | B     | C      | D     | UVB 区  |
|-----|-------------|-------|--------|-------|--------|
|     | 料液比/(mg/mL) | 温度/℃  | 时间/min | 功率/W  | 平均吸光度值 |
| 1   | 5:25        | 40    | 30     | 96    | 2.781  |
| 2   | 5:25        | 50    | 60     | 120   | 2.721  |
| 3   | 5:25        | 60    | 90     | 144   | 2.762  |
| 4   | 5:25        | 70    | 120    | 168   | 2.736  |
| 5   | 5:25        | 80    | 150    | 192   | 2.782  |
| 6   | 10:25       | 40    | 60     | 144   | 2.796  |
| 7   | 10:25       | 50    | 90     | 168   | 2.801  |
| 8   | 10:25       | 60    | 120    | 192   | 2.764  |
| 9   | 10:25       | 70    | 150    | 96    | 2.745  |
| 10  | 10:25       | 80    | 30     | 120   | 2.733  |
| 11  | 15:25       | 40    | 90     | 192   | 2.802  |
| 12  | 15:25       | 50    | 120    | 96    | 2.732  |
| 13  | 15:25       | 60    | 150    | 122   | 2.794  |
| 14  | 15:25       | 70    | 30     | 144   | 2.753  |
| 15  | 15:25       | 80    | 60     | 168   | 2.754  |
| 16  | 20:25       | 40    | 120    | 120   | 2.753  |
| 17  | 20:25       | 50    | 150    | 144   | 2.835  |
| 18  | 20:25       | 60    | 30     | 168   | 2.868  |
| 19  | 20:25       | 70    | 60     | 192   | 2.746  |
| 20  | 20:25       | 80    | 90     | 96    | 2.782  |
| 21  | 25:25       | 40    | 150    | 168   | 2.760  |
| 22  | 25:25       | 50    | 30     | 192   | 2.776  |
| 23  | 25:25       | 60    | 60     | 96    | 2.783  |
| 23  | 25:25       | 70    | 90     | 120   | 2.804  |
| 25  | 25:25       | 80    | 120    | 144   | 2.802  |
| K1  | 2.756       | 2.778 | 2.782  | 2.765 |        |
| K2  | 2.768       | 2.773 | 2.760  | 2.761 |        |
| K3  | 2.767       | 2.794 | 2.790  | 2.790 |        |
| K4  | 2.797       | 2.757 | 2.757  | 2.784 |        |
| K5  | 2.785       | 2.771 | 2.783  | 2.774 |        |
| R   | 0.041       | 0.037 | 0.033  | 0.029 |        |

注:K 是因素水平 A、B、C、D 之和的平均值,R 是极差。

从表 7 可以得出结论,牛大力提取液的紫外吸光度分别受料液比、提取温度、提取时间和功率的影响,根据极差 R 值的大小得知这四个因素影响的大小顺序为料液比>温度>时间>功率。根据实验结果可知:以对 UVB 紫外吸光度的平均值为考察指标,牛大力提取液最佳提取工艺条件为  $A_4B_3C_3D_3$ ,即提取料液比为 20:25 (mg/mL)、提取温度为 60 ℃、提取时间为 90 min、功率为 144 W,在此实验条件下进行超声回流提取 3 次,UVB 区平均吸光度值分别为 2.870、2.878 和 2.869,在最大吸收波长  $\lambda_{\max} = 296\text{nm}$  处吸光度分别为 2.991、2.988、2.986,牛大力提取液 UVB 区平均吸光度值达到最大。

2.2 稳定性的研究

2.2.1 放置温度对牛大力乙醇提取液防晒活性的影响

测定在不同温度下保温 5 h 后的牛大力乙醇提取液在 UVB 范围的吸光度,计算其在最大吸收波长  $\lambda_{\max} = 296\text{ nm}$  处的吸光度和在 UVB 区的平均吸光度值的保留率<sup>[17-19]</sup>:保留率 = (放置后吸光度/原始吸光度) × 100%。结果见表 8。

表 8 温度对提取液防晒活性的影响  
Table 8 The effect of temperature on the sunscreen activity of extracts

| 温度/℃ | 紫外吸光度的保留率/% |                                  |
|------|-------------|----------------------------------|
|      | UVB 区平均吸光度  | $\lambda_{\max} = 296\text{ nm}$ |
| -10  | 98.10       | 98.42                            |
| 0    | 99.70       | 99.47                            |
| 10   | 99.39       | 97.83                            |
| 20   | 98.82       | 99.26                            |
| 30   | 99.88       | 99.94                            |
| 40   | 98.62       | 98.10                            |

由表 8 可知,牛大力乙醇提取液在不同温度下保温 5 h 后,提取液在最大吸波长  $\lambda = 296\text{ nm}$  处的吸光度变化不大,在 UVB 区平均吸光度值保留率也相对稳定,故在设定的温度范围内,温度对牛大力乙醇提取液吸收紫外线能力没有明显的影响。

2.2.2 光对牛大力乙醇提取液防晒活性的影响

测定在白炽灯、避光下放置 15 d 的牛大力乙醇提取液在 UVB 范围的吸光度,并计算其在最大吸收波长  $\lambda = 296\text{ nm}$  处的吸光度和 UVB 区的平均吸光度值的保留率,结果见表 9 和表 10。

表 9 白炽灯照射对提取液防晒活性的影响  
Table 9 The effect of the incandescent lamp irradiation on the sunscreen activity of the extracts

| 时间/d | 紫外吸光度的保留率/% |                                  |
|------|-------------|----------------------------------|
|      | UVB 区平均吸光度  | $\lambda_{\max} = 296\text{ nm}$ |
| 1    | 100.02      | 100.10                           |
| 2    | 99.94       | 100.16                           |
| 3    | 99.89       | 99.98                            |
| 4    | 98.53       | 99.87                            |
| 5    | 99.57       | 99.65                            |
| 6    | 99.55       | 99.03                            |
| 7    | 98.16       | 99.44                            |
| 8    | 98.11       | 99.02                            |
| 9    | 99.09       | 99.16                            |
| 10   | 98.49       | 99.15                            |
| 11   | 97.87       | 98.88                            |
| 12   | 98.14       | 99.33                            |
| 13   | 97.18       | 97.81                            |
| 14   | 97.45       | 98.13                            |
| 15   | 96.28       | 96.51                            |

由表 9 可知,牛大力乙醇提取液在白炽灯下放置 15 d,提取液在最大吸波长  $\lambda_{\max} = 296\text{ nm}$  处的吸光度和在 UVB 区平均吸光度值保留率呈下降的趋势,但仍保持在 96% 以上,在测定的时间内白炽灯照射对牛大力乙醇提取液防晒活性影响不大。

表 10 避光对提取液防晒活性的影响  
Table 10 The effect of avoid light on the sunscreen activity of the extracts

| 时间/d | 紫外吸光度的保留率/% |                                 |
|------|-------------|---------------------------------|
|      | UVB 区平均吸光度  | $\lambda_{\max} = 296\text{nm}$ |
| 1    | 100.86      | 100.97                          |
| 2    | 99.89       | 100.61                          |
| 3    | 99.96       | 99.99                           |
| 4    | 100.83      | 101.21                          |
| 5    | 99.38       | 99.53                           |
| 6    | 100.01      | 100.06                          |
| 7    | 99.97       | 99.98                           |
| 8    | 99.62       | 99.93                           |
| 9    | 100.08      | 100.57                          |
| 10   | 99.78       | 99.14                           |
| 11   | 99.36       | 99.86                           |
| 12   | 98.82       | 99.38                           |
| 13   | 98.35       | 98.96                           |
| 14   | 97.89       | 99.26                           |
| 15   | 98.50       | 98.05                           |

由表 10 可知,牛大力乙醇提取液在避光下放置 15 d,提取液在最大吸波长 $\lambda_{\max} = 296\text{ nm}$ 处的吸光度和在 UVB 区平均吸光度值保留率变化不大,在避光条件下,提取液稳定性很好。

2.2.3 放置时间对牛大力乙醇提取液防晒活性的影响

测定在自然条件下放置 15 d 的牛大力乙醇提取液在 UVB 范围的吸光度,计算其在最大吸收波长 $\lambda = 296\text{ nm}$ 处的吸光度和在 UVB 区的平均吸光度值的保留率,结果见表 11。

由表 11 可知,牛大力乙醇提取液在室温 32 ℃的自然环境下放置 15 d,提取液在最大吸波长 $\lambda_{\max} = 296\text{ nm}$ 处的吸光度和在 UVB 区平均吸光度呈下降趋势,但保留率仍在 94% 以上,牛大力乙醇提取液在自然条件下放置 15 d 内,提取液吸收紫外线的的能力没有受到很大的影响。

表 11 放置时间对提取液防晒活性的影响  
Table11 The effect of the storage time on the sunscreen activity of the extracts

| 时间/d | 紫外吸光度的保留率/% |                                 |
|------|-------------|---------------------------------|
|      | UVB 区平均吸光度  | $\lambda_{\max} = 296\text{nm}$ |
| 1    | 99.90       | 99.95                           |
| 2    | 99.42       | 100.07                          |
| 3    | 99.18       | 99.96                           |
| 4    | 98.84       | 99.26                           |
| 5    | 99.09       | 98.83                           |
| 6    | 99.78       | 99.82                           |
| 7    | 99.55       | 99.65                           |
| 8    | 98.49       | 99.53                           |
| 9    | 96.78       | 98.03                           |
| 10   | 97.84       | 99.00                           |
| 11   | 96.19       | 97.48                           |
| 12   | 97.44       | 99.80                           |
| 13   | 95.05       | 95.81                           |
| 14   | 95.43       | 96.05                           |
| 15   | 94.28       | 94.55                           |

### 3 结论

从牛大力中提取防晒成分,分别考察了不同溶剂、料液比、温度、时间和超声功率对牛大力防晒成分提取效果的影响。结果表明,无水乙醇为较好的提取溶剂,当料液比为20:25(mg/mL),温度为60℃,功率为144 W,频率为25 Hz的条件下,用超声波辅助法回流提取90 min,牛大力乙醇提取液对UVB区紫外线有良好的吸收,对UVA紫外线吸收能力明显下降,平均吸光度值小于0.3,牛大力乙醇提取液可作为UVB吸收剂,但对UVA防护不够完全,故牛大力乙醇提取液可以考虑与对UVA有较好吸收的植物如槐米、黄芩等复合可提高提取液吸收UVA的能力,达到广谱防晒的作用。

### 参考文献:

- [1] 柳艳. 积极防御紫外线伤害[J]. 中国检验检疫, 2005(12):63.
- [2] 张玉银,丛琳,李雪竹. 浅析无机防晒剂及其防晒机理与安全问题[J]. 当代化工研究, 2020(8):35-36.
- [3] 张倩洁,沈兴亮,畅绍念,等. 防晒剂在乳化体系中结晶规律及其抑制机制的研究进展[J]. 精细化工, 2021, 38(2):234-240.
- [4] 王雪梅,侯晓薇,王永智. 植物紫外吸收剂的筛选研究[J]. 日用化学工业, 2005, 35(3):164-166.
- [5] 高端,叶萍,王艳,等. 含山银花—野菊花提取物防晒霜的初步研制[J]. 广州化工, 2020, 48(22):104-107.
- [6] 杨玲玲,黄荣,毛峰. 植物防晒剂的筛选和应用研究[J]. 广东化工, 2020, 47(4):15-17.
- [7] 胡念芳,熊丽丹,李利. 植物防晒剂的筛选及防晒机制研究[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(1):347-350.
- [8] 王继龙,陈方圆,刘晚霞,等. 当归提取物及其活性成分在化妆品中的应用[J]. 香料香精化妆品, 2021(3):101-104.
- [9] 苏学军,钱明月,宗春燕,等. 植物广谱紫外吸收剂的优选及其性能研究[J]. 日用化学工业, 2015, 45(9):513-517.
- [10] 李发奎,褚润,陈年来. UV-B辐射增强对3种湿地植物叶片紫外吸收物质含量的影响[J]. 作物研究, 2019, 33(3):228-233.
- [11] 王徐鹏,章克昌,王玉红,等. 紫外光谱法评价27种中药的防晒效果[J]. 精细化工, 2006, 23(4):164-166.
- [12] 唐如辉. 天然植物提取物在防晒类化妆品中的应用价值及化学分析[J]. 化工管理, 2020(5):191-192.
- [13] 王春华,王英,王国才,等. 牛大力的化学成分研究[J]. 中草药, 2008, 39(7):972-975.
- [14] 王呈文,陈光英,宋小平,等. 牛大力中黄酮类成分[J]. 中成药, 2014, 36(10):2111-2114.
- [15] 伍月榕,彭丽珊,肖健. 牛大力主要化学成分及药理作用的研究进展[J]. 湖南中医药大学学报, 2020, 40(4):503-506.
- [16] 王玉林,何锦凤,王维民,等. 某些天然植物成分防晒机理及应用[J]. 日用化学工业, 2013, 43(1):73-77.
- [17] 郭飞燕,纪明慧,陈光英,等. 菠萝叶中防晒成分的超声提取及其稳定性研究[J]. 化学研究与应用, 2016, 28(1):55-62.
- [18] 王雪梅,洪峰,张健. 超声波法提取黄蜀葵花中天然防晒剂的研究[J]. 安徽大学学报(自然科学版), 2005, 29(4):70-74.
- [19] 姚培正,何恩萍,王明亮,等. 天然物种防晒成分的提取及稳定性研究[J]. 天津化工, 2004, 18(3):23-25.
- [20] 章苏宁,张健,宋晓秋,等. 含芦荟天然防晒成分防晒霜的制备及防晒效果评价[J]. 上海应用技术学院学报(自然科学版), 2010, 10(2):83-86.

责任编辑:刘 红