

市面常见防晒霜防晒性能的化学评测

许静蕾¹, 杨云涛¹, 王美茵¹, 张思远², 戚豪辉², 夏鸣^{2*}

¹沈阳航空航天大学能源与环境学院, 辽宁 沈阳

²沈阳航空航天大学理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2022年1月22日; 录用日期: 2022年2月11日; 发布日期: 2022年2月18日

摘要

本实验通过测量市面常见13款防晒霜的吸光度与国家标准做对比, 发现8种防晒霜达到了完全防护紫外线效果, 1种防晒达到了高度防护紫外线照射效果, 3种防晒霜达到中等防护紫外线效果, 1种只有最小防护紫外线效果。同时, 研究了5种防晒霜防晒效果随着涂抹时间的变化, 分析不同变化趋势产生的原因可能是由于不同防晒霜中物理防晒成分和化学防晒成分的配比不同造成的。此外, 对开封时间达一年以上的9种防晒霜的防晒效果进行测试发现除F防晒霜达到完全防护紫外线照射的效果, G防晒霜达到中等防晒的效果, 其余7种防晒霜已基本没有了防晒效果。

关键词

吸光度, 化学防晒剂, 防晒效果

Chemical Evaluation of Common Sunscreens Performance in the Market

Jinglei Xu¹, Yuntao Yang¹, Meiyin Wang¹, Siyuan Zhang², Haohui Qi², Ming Xia^{2*}

¹College of Energy and Environment, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

²College of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Jan. 22nd, 2022; accepted: Feb. 11th, 2022; published: Feb. 18th, 2022

Abstract

In this experiment, by measuring the absorbance of 13 common sunscreens and comparing with the national standard, it is found that 8 sunscreens achieve the effect of UV protection completely, 1 sunscreen achieves the effect of high UV protection, 3 sunscreens achieve the effect of medium

*通讯作者。

UV protection, and 1 has only the minimum UV protection. At the same time, the change of sunscreen effect of 5 sunscreens with application time is studied. The analysis of different trends may be due to the different ratio of physical components and chemical components in different sunscreens. In addition, the effect of 9 sunscreens that have been opened for more than one year was tested. It was found that only F can achieve the complete effect of UV protection, G can achieve medium effect, the other 7 sunscreens have no use in protecting against ultraviolet radiation.

Keywords

Absorbance, Chemical Sunscreen, Sunscreen Effect

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

日常生产生活中, 防晒即防止紫外线直接照射皮肤。长波紫外线(UVA)穿透能力很强, 且一年四季, 阴天晴天都会存在。该波段紫外线能透过表皮直达真皮层, 损伤真皮中的胶原和弹性蛋白, 导致皮肤松弛、干燥、皱纹等光老化现象的出现。同时长波紫外线能激活酪氨酸酶, 促进了黑色素的产生与沉积, 最后导致人体皮肤出现晒黑现象。中波紫外线(UVB)照射到皮肤表面, 被表皮吸收, 导致脂质层氧化, 皮肤干燥, 进一步使表皮细胞内的核酸和蛋白质变性, 最后会导致人体皮肤被晒伤, 出现急性皮炎、红斑等现象, 严重时还会引起皮肤癌[1]。

随着人们对于紫外线的危害程度认识的加深, 防晒霜正逐渐成为人们日常生活中的必需品。防晒霜的主要功效即阻止紫外线直接照射皮肤。目前市面上防晒霜以 SPF 的值为 50 的防晒霜最为多见。防晒霜外包装上标注的 SPF 值是指该产品对于 UVB 区的防护效果, 即防晒伤效果。消费者只是大概地知道防晒霜有防晒效果, 但是对于防晒霜发挥作用的时间知之甚微。同时经过对文献的研究调查, 用紫外可见分光光度计对防晒霜防晒效果测评的实验室一般都使用溶液法, 即把防晒霜溶解在无水乙醇和无水乙醚按照 1:1 比例配置的溶液里[2], 但是该类方法并不能很好地模拟将防晒霜涂抹在皮肤上的情况。根据中华人民共和国轻工行业标准防晒化妆品 UVB 区防晒效果的评价方法紫外吸光度法, 防晒化妆品中的紫外吸收剂和紫外屏蔽剂能够吸收和阻挡阳光中的紫外线的原理, 假定以石英比色皿和医用透气胶带为角质层、表皮等生物材料, 在上面均匀涂布防晒化妆品, 来模拟人在皮肤上涂抹化妆品的方法会更加接近人体试验。

本文采用紫外可见分光光度计来测量多种防晒霜的吸光度随时间的变化关系, 对测量的多种防晒霜防晒性能进行对比, 研究其防晒性能的影响因素。对于开封时间长达一年以上的防晒霜, 应用紫外可见分光光度计测量其吸光度, 检验开封一年以上的防晒霜的防晒效果, 给消费者科学合理涂抹防晒霜提出建议。

2. 实验部分

2.1. 仪器试剂及样品

实验室紫外可见分光光度计(尤尼科 UV-2100), 电子天平, 市面主流品牌 SPF 均为 50 的防晒霜(包括大宝, 一叶子, 碧素堂, 美肤宝, 安耐晒等十三种防晒霜, 开封时间一年以内), 美国 3M 公司产医用胶带, 电子分析天平。

2.2. 方法

在石英比色皿上粘贴 3M 公司产的模拟人皮肤的医用乳胶带。将防晒霜均匀涂抹在粘贴胶带那一面，称量，使最后涂抹在石英比色皿的防晒霜为 $2 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ 。将整理好的石英比色皿放入仪器中，分别测量波长 280~400 nm 时的吸光度[3]，每半小时记录一次测量数据。在不测量的期间，将所有样本放到模拟太阳光的照灯下进行光照，模拟室外太阳光对于皮肤的照射。待吸光度值逐渐趋于平稳，即认为测量结束。记录数据，分析结果。

2.3. 数据处理

根据紫外可见分光光度计测出来的吸光度和透光率以及 SPF 值与透光率的关系[2]，与国家标准(QB/T 2410-1998) [4]对比，检验防晒霜的防晒效果。

将读取出来的吸光度按照 UVA (320~400 nm)和 UVB (280~320 nm)区域分别求取算数平均值，并以时间为横坐标，吸光度的算术平均值为纵坐标，绘制吸光度随时间变化的趋势。

测量开封时间一年以上防晒霜的吸光度，检验防晒效果。

3. 结果与讨论

3.1. 检验防晒霜的防晒效果

按照上述方法测量 SPF 均为 50 的防晒霜吸光度，如表 1 所示。按照 SPF 值和透光率以及吸光度的关系，SPF 为 50 的防晒霜吸光度应该在 1.69，达到高等防护紫外线照射及以上。但是实验结果发现 SPF 同为 50 的 13 款防晒霜，其吸光度有较为明显的差异：在 UVB 区，吸光度最高的为防晒霜 A，吸光度为 2.320，吸光度最低为防晒霜 M，仅为 1.088；在 UVA 区，吸光度最高的为防晒霜 C，吸光度为 1.648，吸光度最低为防晒霜 I，仅为 0.661。根据国家标准(QB/T 2410-1998)，UVB 区吸光度 2.1 以上的防晒效果属于完全防护紫外线照射，1.6~2.0 属于高效防护紫外线照射，1.1~1.5 属于中等防护紫外光效果，0.5~1.0 属于最小防护紫外光效果。因此，所测的 13 款防晒霜中，8 种防晒霜达到了完全防护紫外线效果，1 种防晒达到了高度防护紫外线照射效果，3 种防 13 款防晒霜吸光度达到中等防护紫外线效果，1 种只有最小防护紫外线效果。说明随机抽取的市售防晒霜中大部分防晒霜可以起到不错的防晒效果。

Table 1. Absorbance of 13 sunscreens

表 1. 13 款防晒霜吸光度

防晒霜种类	UVB 区吸光度	UVA 区吸光度
A	2.320	1.463
B	2.314	0.911
C	2.275	1.648
D	1.539	1.301
E	1.558	0.693
F	2.369	0.999
G	2.954	1.328
H	2.208	1.594
I	2.193	0.661
J	2.129	1.146
K	1.856	1.103
L	1.295	1.127
M	1.088	1.079

3.2. 防晒霜防晒效果随时间变化

从上述 13 种防晒霜中, 挑选 3 种初始吸光度在 2.0 以上的防晒霜, 测量不同涂抹时间下的 UVB 区的吸光度, 具体实验数据如图 1 所示。从图中可看出, A、B、C 三种防晒霜的吸光度均呈现随涂抹时间的增加先减小后基本不变的趋势。其中 A、B 两种防晒霜在涂抹时间小于 60 min 时, 吸光度明显下降, 之后逐渐趋于平稳, 稳定在 2 左右。根据国家标准(QB/T 2410-1998), UVB 区吸光度 2.1 以上的防晒效果属于完全防护紫外线照射。这说明, A、B 两种防晒霜在涂抹 1 小时内防晒效果虽有下降, 但仍能维持在高度防护的水平。C 防晒霜的初始吸光度值较低, 为 2.275, 在涂抹 300 min 后, 其吸光度稳定在 1.15 左右。这说明 300 min 之后, C 防晒霜基本没有了防护效果。

从上述 13 种防晒霜中, 挑选 2 种初始吸光度在 2.0 以下的防晒霜, 测量不同涂抹时间下的 UVB 区的吸光度, 具体实验数据如图 2 所示。从图中可看出, D、E 两种防晒霜, 在实验测量的 420 min 内, 吸光度持续降低, 分别由初始的 1.539 和 1.558 降低到 1.248 和 1.393。这表明, D、E 两种防晒的防晒效果随着涂抹时间的增加逐步降低, 在观测时间里均只能起到中等防晒的水平。

从原理上看, 防晒霜发挥作用都是由两部分决定, 一个是化学防晒剂, 一个是物理防晒剂[5]。防晒霜中的组成成分比如甲氧基肉桂酸辛酯、水杨酸辛酯和依茨舒等有机物, 它们通过化学反应来吸收有害紫外线并将其转化为热量, 然后将热量从皮肤中释放出来, 因此也可以叫做“紫外吸收剂”。物理防晒部分由矿物质成分, 如二氧化钛或氧化锌等无机物, 采用物理遮盖的方式, 阻挡、反射或散射紫外线, 物理防晒剂和化学防晒剂不一样, 物理防晒剂并不会被皮肤吸收, 因此受涂抹时间的影响较小[6]。所以, 防晒霜的防晒效果随涂抹时间下降的原因可能是其中的化学防晒剂吸收了紫外线, 发生化学反应被消耗造成的。由于不同防晒霜中物理防晒剂和化学防晒剂含量不同, 导致防晒霜的防晒效果随时间呈现不同的变化趋势, 达到平稳的时间不同。

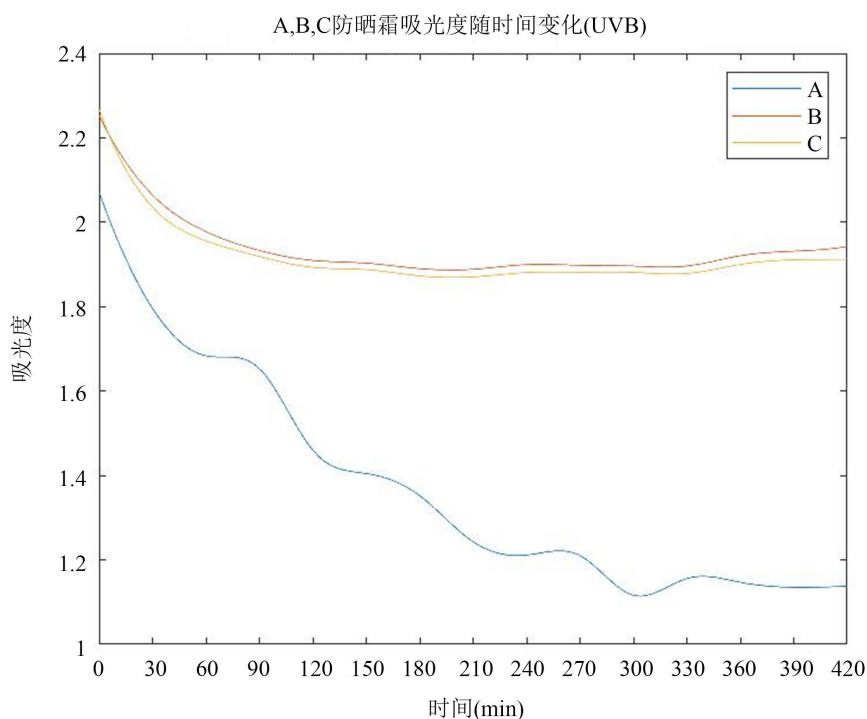


Figure 1. Change of absorbance of A, B, C, 3 sunscreens with time

图 1. A、B、C 3 款防晒霜吸光度随时间的变化

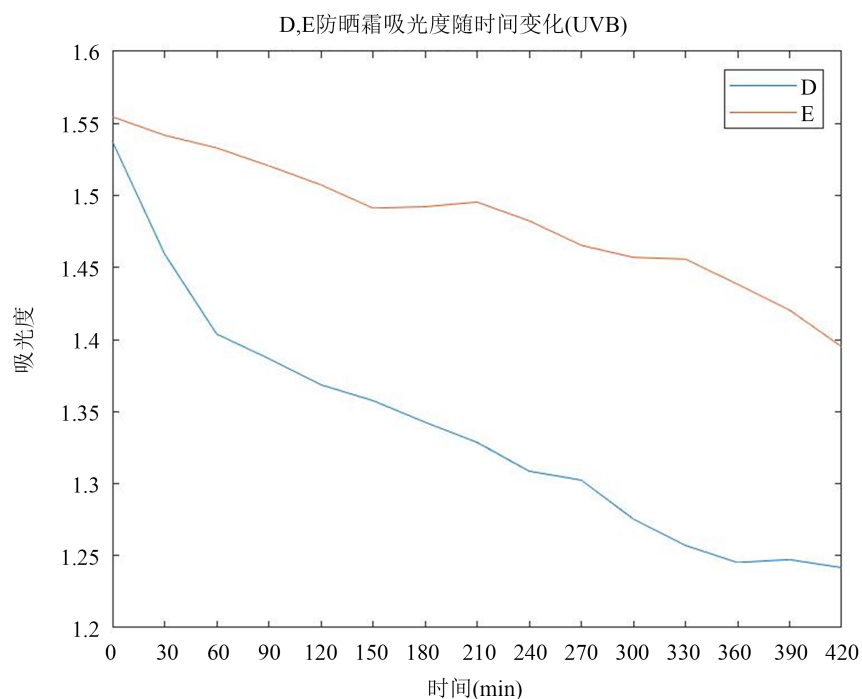


Figure 2. Change of absorbance of D, E, 2 sunscreens with time
图 2. D、E 2 款防晒霜吸光度随时间的变化

3.3. 开封一年以上防晒霜防晒效果测评

对开封一年以上的 9 种市面常见 SPF 为 50 的防晒霜的吸光度进行测试, 其中有两款防晒霜开封时间在一年左右, 两款防晒霜开封时间在两年左右, 五款防晒霜开封时间在三年左右。具体实验结果见表 2。防晒霜外包装上所标注的保质期一般为五年以内。由表 2 可看出, 除了防晒霜 F 和 G 之外的七种防晒霜的吸光度均小于 1, 说明这些防晒霜已经失效, 基本没有防晒效果。防晒霜 G 在 UVA 和 UVB 区的吸光度分别维持在 1.470 和 1.135, 仅能勉强达到中等防护的目的, 但是防晒霜 F 还仍保持着完全防护紫外线效果, 说明该防晒霜保质期较长。由此可看出, 防晒霜的使用期限并不能简单按照防晒霜标注的保质期计算, 而是与开封时间有关。开封一年及以上防晒霜的基本失去了较好的防晒效果甚至没有防晒效果。

Table 2. 8 sunscreens with long opening time
表 2. 8 款开封时间较长防晒霜

防晒霜种类	UVB 区吸光度	UVA 区吸光度	开封时间
A	0.268	-0.025	3 年
B	0.297	-0.185	3 年
C	0.390	0.115	3 年
D	0.318	0.129	3 年
E	0.784	0.784	2 年
F	2.287	1.322	1 年
G	1.470	1.135	3 年
H	0.248	0.043	1 年
I	0.248	0.074	2 年

4. 结论

对市面常见的 13 种 SPF 值为 50 的防晒霜进行评测，并对数据进行分析后可以得到以下结论：

1) SPF 值同为 50 的防晒霜，其防晒效果存在一定的差异。随机抽取的 13 种市售防晒霜中大部分防晒霜可以起到较为可观的防晒效果，只有 1 种仅达到最小防护紫外线效果。

2) 对涂抹时间与防晒效果的关系研究中发现防晒霜的吸光度随涂抹时间的增长而下降，这主要是防晒霜中的紫外吸收剂吸收有害紫外线发生化学反应被消耗造成的。部分防晒霜在涂抹时间达到 300 min 以上，吸光度逐渐平稳不再下降，是因为防晒霜中的物理防晒成分发挥作用，由于物理防晒剂不会被分解，不会随着时间的变化而减少，所以吸光度达到平稳。

3) 对于开封时间长达一年以上的防晒霜进行吸光度测试，结果显示大部分防晒霜已基本失去了防晒效果。

参考文献

- [1] 涂颖, 何黎. 紫外线对皮肤的损伤及防护[J]. 皮肤病与性病, 2008, 30(3): 8-9.
- [2] 曹小华, 肖铎. 防晒霜紫外线透光率的测定及防晒效果分析[J]. 光谱学与光谱分析, 2013, 33(11): 3.
- [3] 谢嘉颖, 朱家亮. 防晒霜紫外线透光率测定及防晒效果探析[J]. 化工管理, 2017(11): 1.
- [4] 杜小豪, 徐卫. 中华人民共和国轻工行业标准 防晒化妆品 UVB 区防晒效果的评价方法 QB/T 2410-1998 [S]. 北京, 1998.
- [5] 张可东. 化妆品卫生规范中紫外防晒剂检测方法的研究和改进[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2014.
- [6] 沙乃怡, 王明召. 防晒霜中常用的两种化学防晒剂[J]. 化学教学, 2012(6): 2.