



团 体 标 准

T/CAFFCI 66—2023

化妆品修护功效测试方法

Test methods for repairing efficacy of cosmetic products

2023-10-20 发布

2023-10-20 实施

中国香料香精化妆品工业协会 发布
中国标准出版社 出版

中国标准出版社

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国香精香料化妆品工作协会提出并归口。

本文件起草单位：上海市皮肤病医院、中山大学附属第三医院、四川大学华西医院、华测检测认证集团股份有限公司、北京中德联合化妆品研究所有限公司、通标标准技术服务(上海)有限公司、上海复硕正态质量技术服务有限公司、雅诗兰黛(上海)商贸有限公司、联合利华(中国)有限公司、花王(中国)研究中心有限公司、强生(中国)有限公司、上海家化联合股份有限公司、福建片仔癀化妆品有限公司、北京章光 101 科技股份有限公司、珀莱雅化妆品股份有限公司、资生堂(中国)研究中心有限公司、妮维雅(上海)有限公司、汉高(中国)投资有限公司、上海亚什兰化工技术开发有限公司、科蒂国际贸易(上海)有限公司、娇韵诗化妆品(上海)有限公司、养生堂(上海)化妆品研发有限公司、拉芳家化股份有限公司、上海林清轩生物科技有限公司、悦康悦丽雅(北京)科技有限公司、无极限(中国)有限公司、德之馨(中国)投资有限公司、香奈儿(中国)贸易有限公司、重庆市中医院、复旦大学人类表型组学研究院、广州质量监督检测研究院、上海市疾病预防控制中心、上海香料研究所、上海馥盾检测技术有限公司、北京金宏帆商贸有限责任公司。

本文件主要起草人：谈益妹、江文才、徐雅菲、刘玮、李斌、赖维、李利、石钺、叶聪秀、舒晓红、陶竞越、杨丽、杨扬、蒋艳雯、姚雪秋、杜雅萍、施奕冰、张姝、李茜、蒋莉莉、谢阿贵、齐琳轩、李亚男、底焯、陈亮、孙汝激、刘聪颖、瞿欣、江月明、张婷婷、赖美菱、赵仕芝、李洪波、高宏旗、王俊婷、李宛钊、劳树权、段诗悦、吕静、张溍祎、江静斯、王瑞平、王建玫、马彦云、谢嘉颖、盖冰冰、王正、张馨元、刘伟。

中国标准出版社

化妆品修护功效测试方法

1 范围

本文件第一法描述了化妆品修护功效的人体评价试验方法。

本文件第二法描述了体外真发功效评价试验方法。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

修护功效 repairing efficacy

有助于维护或改善施用部位的皮肤状态。

3.2

经表皮失水率 transepidermal water loss; TEWL

单位时间单位面积内皮肤水分的流失量。

注1: 评价皮肤屏障功能的重要参数之一,在一定范围内,该值越低,皮肤屏障功能越好。

注2: 单位为克每平方米时 $[g/(m^2 \cdot h)]$ 。

3.3

角质层水分含量 stratum corneum hydration

皮肤角质层中结合水的含量。

注: 在一定范围内,角质层含水量越高越好。

3.4

皮肤红度 redness value

皮肤局部真皮毛细血管扩张、充血所致的皮肤发红症状。

注: 在一定范围内,皮肤红度值越高越差。

3.5

抗拉强度 tensile strength

单根头发两端固定后,逐渐增加外力至头发拉断过程中所产生的功。

3.6

梳理功 combability work

梳子从发束的发根开始往发梢方向梳头发的过程中所产生的功。

3.7

摩擦功 friction work

发束和橡胶头表面互相摩擦为克服摩擦力而消耗的功。

3.8

发束光泽度 radiance of hair swatch

头发表面反射光的量,与头发颜色等有关。

第一法 人体功效评价试验方法

4 基本原则

4.1 化妆品人体功效评价测试应符合国际赫尔辛基宣言的基本原则,要求受试者签署知情同意书并采取必要的医学防护措施,最大程度地保护受试者的利益。未成年人作为受试者,需要同时符合《药物临床试验管理规范》关于未成年人知情同意权相关规定。

4.2 受试产品应先完成必要的产品安全性评价,安全性评价不合格的产品不应进行人体试验。

4.3 采用盲法试验设计原则,正常情况至少使用受试物 2 周;试验皮肤部位采用预处理的设计方案视不同处理方式和处理程度设定受试物的使用时间,一般使用时间不超过 1 周。

5 仪器和设备

5.1 经表皮失水率测定仪:用于检测单位时间单位面积内皮肤水分流失量的仪器。

5.2 角质层含水量测定仪:能直接或者间接测量角质层水分含量的仪器。

5.3 皮肤红度测量设备:能直接或者间接测量皮肤红度的仪器,或能拍摄评价部位标准/偏振光源图像并通过相关软件间接分析皮肤红度的设备。

6 受试者的要求

6.1 受试者人数

按入选和排除标准选择合格的受试者入组,并根据实际情况考虑可能脱落的人数比例,确保最终完成有效人数均不少于 30 人/组(区)。

6.2 入选标准

6.2.1 18 岁~60 岁,健康男性和/或女性(儿童化妆品宣称修护功效评价试验中的受试者年龄可参考《儿童化妆品监督管理规定》)。

6.2.2 随机测试不少于 30 例受试者试验部位的 TEWL 值,根据实际季节气象等情况选定第 25~50 百分位中的某个百分位,选择高于该百分位对应的 TEWL 值者;或者根据需要对试验部位皮肤采用特定方式预处理后一定时间内 TEWL 值达到处理前的 1.25 倍以上者;或者视觉评估皮肤红度或干燥/鳞屑度为 2 分~5 分者(见表 1)。

6.2.3 能接受对试验区域皮肤的评估、检测者(如视觉评估、仪器检测等)。

6.2.4 能接受对试验区域皮肤的预处理(需要时,一般采用模拟日光照射或者其他物理、化学等方式)者。

6.2.5 无过敏性疾病,无化妆品或其他外用制剂过敏史者。

6.2.6 既往无光感性疾病史,近期内未使用影响光感性的药物者。

6.2.7 受试部位皮肤无色素沉着、炎症、瘢痕、色素痣、多毛等影响评测结果现象者。

6.2.8 能理解测试过程,自愿参加试验并签署书面知情同意书者;或其监护人理解测试过程,并签署书

面知情同意书。

6.3 排除标准

- 6.3.1 妊娠或哺乳期妇女,或近期计划备孕者。
- 6.3.2 患有银屑病、湿疹、异位性皮炎、脂溢性皮炎等皮肤病患者。
- 6.3.3 近1个月内口服或外用过皮质类固醇激素等抗炎药物者。
- 6.3.4 近2个月内参加过其他可能对结果造成影响的临床试验者或近1个月内参加过其他临床试验者。
- 6.3.5 其他临床评估认为不适合参加试验者。

6.4 限制条件

- 6.4.1 在试验期间受试部位应使用试验机构提供的试验产品,不能使用其他任何宣称具有修护功效的产品。
- 6.4.2 在试验期间受试者其他的护肤习惯保持不变,并不能更换在使用产品的品牌或品类。
- 6.4.3 在试验期间受试者的生活、饮食、运动等习惯应没有大的改变。
- 6.4.4 每次访视当天来访前试验部位不能使用彩妆。

7 试验条件

- 7.1 环境温、湿度要求:所有评测的环境温度应为 $(21\pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度应为 $(50\pm 10)\%$,并进行实时动态监测。受试者需在此环境条件下适应至少30 min后方可进行评估和测试。
- 7.2 环境光照度要求:视觉评估应在的恒定光照条件(色温5 500 K~6 500 K的日光灯管或LED光照,光照度不小于450 lx)下进行。
- 7.3 试验过程中的测试条件应保持一致,如测试人员、场所、环境、仪器设备及其参数、测试体位等。

8 受试物

- 8.1 试验产品:宣称具有修护功效的化妆品。
- 8.2 对照:可选用空白对照(不做任何处理)、安慰剂对照或自身前后对照(试验皮肤部位采用预处理的设计方案不适用)。如设置空白对照或安慰剂对照,受试者将根据随机表分配至试验产品组(区)和对照组(区)。
- 8.3 使用方法:入组的受试者根据产品使用说明正确使用产品。试验期间要求记录使用时间及使用过程中的任何不适感和不良反应症状。

9 试验步骤

- 9.1 按照要求招募入组自愿受试者,签署书面知情同意书。入组前根据入选和排除标准等询问受试者一系列关于疾病史、健康状况等问题,同时对试验部位皮肤状况进行符合性评估和筛选,并记录。
- 9.2 对入组的合格受试者进行产品使用前基础值的测试和评估(包括仪器检测和视觉评估,主要参数必选,次要参数至少选1个),并记录;在产品使用后(根据实际需求选择访视时间,如1周、2周 \pm 1 d、4周及以上 \pm 2 d)分别再次进行相同的测试和评估。具体如下。

a) 经表皮失水率测量(主要参数)

在各个访视时点,使用皮肤经表皮失水率测定仪测量试验区域的皮肤经表皮失水率,测试

- 1 次,测量时间不少于 60 s,并记录。
- b) 角质层水分含量测量(次要参数,根据试验方案设计可选)
在各访视时点,使用角质层含水量测定仪测量试验区域的角质层含水量,测试 3 次,并记录,计算均值分析。
- c) 皮肤红度测量(次要参数,根据试验方案设计可选)
在各访视时点,用皮肤红度测试仪器测量试验区域的皮肤红度,如 a^* 值(反映皮肤的红绿变化,正值代表红色,负值代表绿色)、EI 值(erythema index,反映皮肤血红素含量的指数)等,并记录。
- d) 视觉评估——干燥/鳞屑(次要参数,根据试验方案设计可选)
在各访视时点,由经过训练的评估者对试验部位皮肤的干燥/鳞屑进行评估,并记录评分。评分标准采用 0 分~9 分 10 级评分量表(见表 1),同时记录不良反应。
- e) 视觉评估——红度(次要参数,根据试验方案设计可选)
在各访视时点,由经过训练的评估者对试验部位皮肤的红度进行评估,并记录评分。评分标准采用 0 分~9 分 10 级评分量表(见表 1),同时记录不良反应。
- f) 触/视觉评估——光滑度(次要参数,根据试验方案设计可选)
在各访视时点,由经过训练的评估者对试验部位皮肤的光滑度进行评估,并记录评分。评分标准采用 0 分~9 分 10 级评分量表(见表 1),同时记录不良反应。

表 1 视觉评估评分量表

参数	评分标准									
	干燥/鳞屑	水润	轻度干燥/鳞屑			中度干燥/鳞屑			重度干燥/鳞屑	
0		1	2	3	4	5	6	7	8	9
红 度	不红	轻度发红			中度发红			重度发红		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
光滑度 (仅用于皮肤评估)	光滑	轻度粗糙			中度粗糙			重度粗糙		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

10 数据分析

应用统计分析软件进行数据的统计分析。计量资料表示为:均值±标准差,并进行正态分布检验,符合正态分布要求,样本自身前后的比较采用配对 t 检验,否则采用 2 个相关样本秩和检验;等级资料使用前后的比较,采用 2 个相关样本秩和检验;试验组和对照组之间比较采用独立样本 t 检验或秩和检验[如为同一受试者不同部位(区)对照,则使用配对样本 t 检验或 2 个相关样本秩和检验]。所有统计分析均为双尾检验,显著性水平均为 $\alpha=0.05$ 。

11 试验结论

试验组(区)使用产品前后任一访视时点主要参数皮肤经表皮失水率显著降低和其他任一次要参数有显著改善,或次要参数中任意 3 个参数显著改善($P<0.05$)(以上 2 项试验皮肤部位采用预处理的设计方案不适用);或使用产品前后皮肤经表皮失水率差值(产品使用后某一访视时间点的皮肤经表皮失水率—产品使用前的皮肤经表皮失水率)显著低于对照组($P<0.05$),或者其他次要参数中任意 2 个参

数使用产品前后的差值(产品使用后某一访视时间点的参数测量值—产品使用前的参数测量值)显著优于对照组($P < 0.05$),则认定试验产品具有皮肤修护功效,否则认为试验产品无皮肤修护功效。

12 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a) 委托企业(包括注册人、备案人或境内责任人等)名称、地址等相关信息;
- b) 功效评价机构名称、地址等相关信息;
- c) 识别被测样品所需的全部信息(包括试验样品的名称、性状、数量及规格、生产日期和保质期或生产批号和限期使用日期、储存条件等);
- d) 受试者相关信息,包括性别、年龄、完成和失访人数的统计以及入选和排除标准等;
- e) 试验项目和方法依据;
- f) 试验的开始与完成日期;
- g) 材料和方法:用到的器材、方案概要、方案偏离(如有)、采用的统计方法等;
- h) 试验结果:包括受试者每次访视的评测结果,以及按照规定的方法进行数据处理;
- i) 与产品有关的不良反应/严重不良反应信息;
- j) 试验中的异常现象(如有);
- k) 讨论(如有必要的情况);
- l) 试验结论:根据统计分析结果确定试验产品是否具有修护功效;
- m) 报告的日期;
- n) 检测人、校核人和技术负责人/主要研究者签字及日期。

第二法 体外真发功效评价试验方法

13 基本原则

13.1 每个试验产品的测试应使用同一批次处理后的发束。

13.2 在体外真发上使用产品,然后测量使用产品前后体外真发的抗拉强度、梳理功、摩擦功和光泽度。

14 仪器和设备

14.1 抗拉强度测试仪:多功能头发测试仪,或其他具有相同功能的头发抗拉强度测试仪器。测量发束的断裂应变(%)、总抗拉强度功(J)和/或断裂应力(MPa)等,其中任一参数均可表征抗拉强度。

14.2 发束梳理功测试仪:多功能头发测试仪,或者其他具有相同功能的发束梳理功测试仪器。测量发束的最大载荷(mN)和总梳理功(J)等,其中任一参数可表征梳理功。

14.3 发束摩擦功测试仪:多功能头发测试仪,或者其他具有相同功能的发束摩擦功测试仪器。测量发束的最大摩擦力(mN)、平均摩擦力(mN)和摩擦功(mJ)等,其中任一参数可表征摩擦功。

14.4 发束光泽度测试仪:专业数码相机、灯箱和圆柱形滚轴,或者其他具有相同功能的设备,测量发束的光泽度。

15 试验方法

15.1 试验材料

15.1.1 经过化学或物理方式损伤处理后的同批次离体扁平直发束(以下简称发束)若干束,发束有效长度及宽度满足检测仪器要求。

15.1.2 梳子:梳齿密度适中(齿间距 0.9 mm~1.1 mm),梳齿长度为 2.0 cm~3.0 cm,梳子长度不少于 10 cm(不含把柄),整个试验过程中应使用同一规格和材质的梳子。

15.2 试验条件

15.2.1 环境温、湿度要求:环境温度应在 $(21\pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度应为 $(50\pm 10)\%$,并进行实时动态监测。

15.2.2 试验过程中的测试条件应保持一致,如测试人员、场所、环境、仪器设备及其参数等。

15.3 受试物

15.3.1 试验产品:宣称具有头发修护功效的化妆品。

15.3.2 使用方法:按照试验产品使用说明使用产品。

15.4 试验流程

15.4.1 发束处理:发束采用化学(如过氧化氢处理法等)或物理(如紫外线损伤等)方法进行损伤处理。

15.4.2 头发抗拉强度试验步骤如下:

- a) 试验前 1 d,将 5 个同批次的发束进行损伤处理。处理后的发束悬挂于试验环境中平衡过夜(≥ 16 h)。
- b) 试验当天,每个发束分别取 10 根头发测试每一根头发拉断时的抗拉强度,取其平均值作为初始值(T_0),完成全部 5 个发束测试。建议选取直径范围相差不大于 $\pm 5\ \mu\text{m}$ 的发丝进行测试。若不能满足,需确保每束选取的发丝直径不应出现显著性差异。
- c) 按照产品使用说明使用产品,然后将发束悬挂于试验环境中 16 h~24 h。同 15.4.2 b) 每个发束分别取 10 根头发测试每根头发拉断时的抗拉强度,取其平均值作为产品使用后的值(T_1),完成全部 5 个发束测试。选取检测发丝直径要求同 15.4.2 b)。

15.4.3 梳理功试验步骤如下。

- a) 试验前 1 d,将 5 个同批次的发束进行损伤处理。处理后的发束悬挂于试验环境中平衡过夜(≥ 16 h)。
- b) 试验当天,用 $(37.0\pm 1.0)^{\circ}\text{C}$ 自来水清洗发束 2 次,抚平发束至无水滴下,然后用发束梳理功测试仪测试发束的梳理功。每个发束测试 10 次,取其平均值作为初始值(T_0),完成全部 5 个发束测试。如检测淋洗后干发状态的梳理功,需将处理后的发束悬挂于试验环境中 16 h~24 h,然后同上操作。如在干发上直接使用的驻留型试验产品,则无须清洗发束,直接测量初始梳理功。
- c) 淋洗类产品首先按照产品使用说明使用产品,抚平发束至无水滴下,然后用发束梳理功测试仪测试发束的梳理功。每个发束测试 10 次,取其平均值作为产品使用后的值(T_1),完成全部 5 个发束测试。如检测淋洗后干发状态的梳理功,需将处理后的发束悬挂于试验环境中 16 h~24 h,然后同上操作。如在干发上直接使用驻留型试验产品,使用产品后将发束悬挂于试验环境中 16 h~24 h 再进行测量。

15.4.4 摩擦功试验步骤如下。

- a) 试验前 1 d,将 5 个同批次的发束进行损伤处理。处理后的发束悬挂于试验环境中平衡过夜

(≥ 16 h)。

- b) 试验当天,使用发束摩擦功测试仪测试发束的摩擦功,每个发束测试 1 次,完成全部 5 个发束的测试作为初始摩擦功。
- c) 按照产品使用说明使用产品,然后将发束悬挂于试验环境中 16 h~24 h。同 15.4.4 b),测试每个发束的摩擦功作为产品使用后的值(T_1),完成全部 5 个发束测试。

15.4.5 发束光泽度试验步骤如下:

- a) 试验前 1 d,将 5 个同批次的发束进行损伤处理。处理后的发束悬挂于试验环境中平衡过夜(≥ 16 小时)。
- b) 试验当天,每个发束测量光泽度 5 次,取其平均值作为初始值(T_0),完成全部 5 个发束测试。
- c) 按照产品使用说明使用产品,然后将发束悬挂于试验环境中 16 h~24 h。同 15.4.5 b),每个发束测量光泽度 5 次,取其平均值作为产品使用后的值(T_1),完成全部 5 个发束测试。

16 数据分析

应用统计分析软件进行数据的统计分析。计量资料表示为:均值 \pm 标准差,并进行正态分布检验,符合正态分布要求,使用产品前后的比较采用配对 t 检验(梳理功、摩擦功和发束光泽度)或独立样本 t 检验(抗拉强度),否则采用 2 个相关样本秩和检验(梳理功、摩擦功和发束光泽度)或 2 个独立样本秩和检验(抗拉强度)。所有统计分析均为双尾检验,显著性水平均为 $\alpha = 0.05$ 。

17 试验结论

使用产品前后抗拉强度(任一参数)和梳理功(任一参数)或摩擦功(任一参数)或光泽度显著改善($P < 0.05$),则认定试验产品具有头发修护功效,否则认为试验产品无头发修护功效。

18 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a) 委托企业(包括注册人、备案人或境内责任人等)名称、地址等相关信息;
- b) 功效评价机构名称、地址等相关信息;
- c) 识别被测样品所需的全部信息(包括试验样品的名称、性状、数量及规格、生产日期和保质期或生产批号和限期使用日期、储存条件等);
- d) 试验项目和方法依据;
- e) 试验的开始与完成日期;
- f) 材料和方法:用到的器材、方案概要、采用的统计方法等;
- g) 试验结果:包括样品使用前后的测试结果,以及按照规定的方法进行数据处理;
- h) 讨论(如有必要的情况);
- i) 试验结论:根据统计分析结果确定试验产品是否具有头发修护功效;
- j) 报告的日期;
- k) 检测人、校核人和技术负责人/主要研究者签字及日期。

参 考 文 献

- [1] 国家药监局关于发布《化妆品分类规则和分类目录》的公告(2021年第49号)
- [2] 国家药监局关于发布《化妆品功效宣称评价规范》的公告(2021年第50号)
- [3] 化妆品安全技术规范(2015年版)
- [4] 药物临床试验管理规范
- [5] 儿童化妆品监督管理规定
- [6] 林宗贤. 160例中国人健康皮肤屏障功能与相关影响因素的研究[D]. 复旦大学,2009.
- [7] 马黎,秦鸥,王学民等. 上海地区女性不同年龄和部位的头皮生物物理特性研究[J]. 临床皮肤科杂志,2018,47(9):555-558.
- [8] 刘秋慧,徐子刚,李丽等. 特应性皮炎患儿与健康儿童皮肤屏障功能的对比[J]. 中国皮肤性病学杂志,2012,26(2):109-111.
- [9] 苗茂强,辛淑君,Peter M Elias. 皮肤表面 pH 值及其临床意义[J]. 中国皮肤性病学杂志,2007,21(8):503-508.
- [10] 孙丽囡,王学民,李秀玲等. 上海地区女性自我感知性头皮与面部皮肤敏感的差异性调查[J]. 临床皮肤科杂志,2017,46(3):157-160.
- [11] Tan YM, Wang XM, Yuan C, etc. Skin sensitivity and intolerance in Shanghai: cumulative influence of different meteorological parameters[J]. Cutan Ocul Toxicol. 2015;34(2):132-138.
- [12] Jiang WC, Li J, Zhang H, et al. Seasonal changes in the physiological features of healthy and sensitive skin[J]. J Cosmet Dermatol, 2021, 21(6):2581-2589.
- [13] Fluhr JW, Pfisterer S, Gloor M. Direct Comparison of Skin Physiology in Children and Adults with Bioengineering Method [J]. Pediatric Dermatology, 2010, 17:436-439.
- [14] Lim SH, Kim SM, Lee YW, et al. Change of biophysical properties of the skin caused by ultraviolet radiation-induced photodamage in Koreans [J]. Skin Res Technol, 2010, 14(1):93-102.
- [15] D Leskur, J Bukić, A Petrić, et al. Anatomical site differences of sodium lauryl sulfate-induced irritation: randomized controlled trial [J]. Br J Dermatol. 2019 Jul;181(1):175-185.
- [16] Maia Campos PM, G Mercurio D, O Melo M, et al. Cichorium intybus root extract: A “vitamin D-like” active ingredient to improve skin barrier function [J]. J Dermatolog Treat. 2017, 28(1):78-81.
- [17] Sadhra SS, Kurmi OP, Mohammed NI, et al. Protection afforded by controlled application of a barrier cream: a study in a workplace setting [J]. Br J Dermatol. 2014, 171(4):813-818.
- [18] Shyr T, Ou-Yang H. Sunscreen formulations may serve as additional water barrier on skin surface: a clinical assessment [J]. Int J Cosmet Sci. 2016, 38(2):164-169.
- [19] Marty Visscher, Vivek Narendran. Imaging reveals distinct textures at three infant skin sites and reflects skin barrier status. Skin Res Technol, 2021, 27(2):145-152.
- [20] Qin O, Tan YM, Jiang WC, et al. Non-invasive assessment of changes and repair dynamics post irritant intervention in skin barrier [J]. Int J Clin Exp Med, 2018, 11(5):4490-4499.
- [21] Gao YR, Wang XM, Chen SY, et al. Acute skin barrier disruption with repeated tape stripping: An in vivo model for damage skin barrier [J]. Skin Res Technol, 2012, 19(2):162:168.
- [22] Konya C, Sanada H, Sugama J, et al. Skin injuries caused by medical adhesive tape in older people and associated factors[J]. Journal of Clinical Nursing, 2010, 19(9-10):1236-1242.
- [23] Tokumura F, Umekage K, Sado M, et al. Skin irritation due to repetitive application of ad-

hesive tape; the influence of adhesive strength and seasonal variability [J]. *Skin Res Technol*, 2005, 11(2):102-106.

[24] Perugini P, Vettor M, Rona C, et al. Efficacy of oleuropein against UVB irradiation: preliminary evaluation [J]. *Int J Cosmet Sci*, 2010, 30(2):113-120.

[25] Harding CR, Moore AE, Rogers JS, et al. Dandruff: a condition characterized by decreased levels of intercellular lipids in scalp stratum corneum and impaired barrier function [J]. *Arch Dermatol Res*, 2002, 294(5):221-230.

[26] Da G, Miranda R, Baby AR, et al. In Vitro Methodologies to Evaluate the Effects of Hair Care Products on Hair Fiber [J]. *Cosmetics*, 2017, 4(2):1-10.

[27] Sá-Dias TC, Baby AR, Kaneko TM, et al. Protective effect of conditioning agents on Afro-ethnic hair chemically treated with thioglycolate-based straightening emulsion [J]. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 2008, 7(2):120-126.

[28] Woodruff J. Improving hair strength [J]. *Cosmet Toilet*, 2002, 117, 33-36.

[29] Ruetsch SB, Weigmann HD. Mechanism of tensile stress release in the keratin fiber cuticle; I. *J Soc Cosmet Chem*, 1996, 47, 13-26.

[30] Robbins CR, Crawford R. Cuticle damage and the tensile properties of human hair [J]. *J. Soc Cosmet Chem*, 1991, 42, 49-58.

[31] Garcia ML, Diaz J. Combability measurements on hair [J]. *J Soc Cosmet Chem*, 1976, 27, 379-398.

[32] Evans T. Evaluating hair conditioning with instrumental combing [J]. *Cosmet Toilet*, 2011, 126, 558-563.

[33] Czepluch W, Holm G, Bundesanstalt, et al. Gloss of hair surfaces: problems of visual evaluation and possibilities for goniophotometric measurements of treated strands [J]. *J Soc Cosmet Chem*, 1993, 6:299-317.

中国标准出版社

中国标准出版社