



丁梅华,程琳,赵华.《化妆品监督管理条例》颁布背景下化妆品功效宣称的科学支持[J].轻工学报,2021,36(5):102-109.

DING M H, CHENG L, ZHAO H. Scientific support for cosmetic efficacy claims in the context of the *Cosmetics Supervision and Administration Regulations*[J]. *Journal of Light Industry*, 2021, 36(5):102-109.

DOI:10.12187/2021.05.013

中图分类号:TQ658; TS974 文献标识码:A 文章编号:2096-1553(2021)05-0102-08

《化妆品监督管理条例》颁布背景下化妆品功效宣称的科学支持

Scientific support for cosmetic efficacy claims in the context of the *Cosmetics Supervision and Administration Regulations*

丁梅华,程琳,赵华

DING Meihua, CHENG Lin, ZHAO Hua

北京工商大学 化学与材料工程学院, 北京 100048

College of Chemistry and Materials Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China

关键词:

化妆品; 功效宣称;
功效评价

Key words:

cosmetic;
efficacy claim;
efficacy evaluation

摘要:化妆品的功效宣称是对产品功效的描述性说明,《化妆品监督管理条例》要求化妆品的功效宣称应当有充分的科学依据. 分析比较了我国与欧盟、日本、韩国等国家或地区对化妆品宣称监管模式的异同,虽然各国或地区对化妆品的定义及监管方式不同,但对化妆品功效宣称的合法、真实、不得误导消费者的基本要求是一致的;就不同功效宣称所需的科学支持,如是否需开展人体功效试验、限定功效评价方式、免于公布依据摘要等进行了详细说明,并针对功效评价方法体系中人体功效评价试验、消费者使用测试、实验室试验的应用和进展进行了阐述,指出,化妆品功效评价应进行综合、科学分析,并进行合理解释,可为相关从业人员理解和领会法规要求提供帮助,为规范化化妆品功效评价工作、促进行业科技进步、推动行业健康发展起到积极作用.

收稿日期:2021-06-02

作者简介:丁梅华(1998—),女,江西省宜春市人,北京工商大学硕士研究生,主要研究方向为化妆品感官评价与流变学特性.

通信作者:赵华(1965—),男,山西省稷山县人,北京工商大学教授,主要研究方向为化妆品安全和功效评价.

Abstract: The efficacy claim of cosmetics is a descriptive statement of the efficacy of the product. The *Regulations on Supervision and Administration of Cosmetics* requires that the efficacy claims of cosmetics should have a sufficient scientific basis. The similarities and differences between China and the European Union, Japan, South Korea and other countries or regions regarding the regulatory model of cosmetic claims were analyzed and compared. Although the definition and regulatory methods of cosmetics were different in different countries or regions, the basic requirements were the same, that is, the claims of cosmetic efficacy should be legal, true, and not mislead consumers; the scientific support required for different efficacy claims, such as whether to carry out human efficacy tests, limited efficacy evaluation methods, exemption from publication of basis abstracts, etc., were explained in detail; and the human efficacy in the efficacy evaluation method system was explained in detail. The application and progress of evaluation tests, consumer use tests, and laboratory tests were explained, and it was pointed out that the evaluation of cosmetics efficacy should be comprehensively and scientifically analyzed and reasonably explained, which can provide help for relevant practitioners to understand the requirements of regulations, and play a positive role in standardizing the evaluation of cosmetics efficacy, promoting technological progress in the industry, and promoting the healthy development of the industry.

0 引言

化妆品的功效宣称指对产品功效的一种描述性说明。欧盟颁布的《化妆品宣称合理性通用准则》通过列举的方式界定了化妆品宣称的范围,即以文本、名称、图形、商标或其他标志的形式,明确或隐含地传达标签或广告宣传中产品的特性或用途^[1-2]。化妆品宣称可以是针对原料组分的宣称,也可以是对产品特性的宣称,如物理化学性质、安全性能、功效性能、文化背景等^[3]。化妆品宣称是企业宣传产品的重要形式,是消费者了解产品的主要媒介,它虽不会改变产品性质,但会影响消费者的购买行为,从而影响消费者利益,所以成为政府监管部门关注的焦点。本文在对比国内外化妆品宣称监管要求的基础上,阐述了我国化妆品宣称的分类及科学支持,重点归纳总结了化妆品功效评价方法体系的建立,以期为化妆品从业人员理解和领会法规要求提供参考。

1 国内外对化妆品宣称的监管要求

随着时代的进步、社会的发展,人们对美好生活的向往和追求不断提升^[4],化妆品已成为消费品中不可缺少的一部分^[5]。消费者在挑选

化妆品时,除了考虑化妆品的安全性外,对化妆品的功效性也提出了比以往更高的要求。化妆品是否具备所宣称的功效,功效宣称是否具有充分的科学依据,《化妆品监督管理条例》^[6]给出了相关要求,即化妆品功效宣称应当具有充分的科学依据,且化妆品注册人、备案人要在国务院药品监督管理部门规定的网站上公布功效宣称所依据相关资料的摘要,接受社会监督^[7]。《化妆品功效宣称评价规范》^[8](以下简称《规范》)对化妆品功效宣称评价的内容、范围、责任主体,以及评价方法、评价机构的选择等事项都作了进一步细化,以规范化妆品功效宣称的评价工作,保障消费者的合法权益,促进社会共治和化妆品行业的健康发展。欧盟颁布的《化妆品宣称合理性通用准则》指出,化妆品宣称应遵循6个基本原则,即合法、真实、可证明、诚实、公平和消费者知情^[1-2]。

1) 化妆品宣称必须合法,不允许宣称产品获得了欧盟当局的授权或批准。因为化妆品的上市无需获得欧盟政府审批;宣称应该站在理性使用者的角度,考虑市场中社会、文化、语言等因素,让使用者能够充分理解宣称内容;不允许以符合产品最低要求作为宣称点,如禁止宣

称产品不含有某种禁用成分,因为添加禁用成分本身就是不被允许的。

2) 化妆品宣称必须真实,不得出现错误、虚假或不相关信息。如果产品宣称含特定成分,则该成分必须是特意添加并呈现在配方表中的成分;宣称某种成分的特定属性时,若最终产品不含此特性,则不允许宣称成分的特定属性或暗示产品具有此特性,如产品中只添加了玫瑰香精,则不能宣称产品“含玫瑰”。

3) 化妆品宣称必须具有可证明性,有相关依据支撑。无论是明确的还是隐含的宣称都需要充分的、可验证的证据作为支持,适当情况下也可使用专家评估方式。证据应考虑当下实际技术水平,当研究结果被作为依据提供支持时,研究方法应遵循有效、可靠和可重现的原则,研究过程涉及人体的应符合伦理道德要求。

4) 化妆品宣称必须诚实,不能超出其出具的证据范围。如果相似的产品具有某一相同的属性,则不能宣称该属性是产品的特定(唯一)特征;如果产品的作用与特定的条件有关,如需与其他产品联合使用时,应明确说明。

5) 化妆品宣称应当公平客观,不得诋毁竞争者及合法使用的成分。如不得宣称“不含对苯二胺”,因为按照欧盟的相关安全规范^[1]要求使用对苯二胺是安全合理的。

6) 化妆品宣称必须让消费者知情。宣称应清晰明了,能被消费者所理解,让消费者做出自主与合理的交易决定。

此外,日本化妆品法规规定,化妆品制造商应科学且实事求是地宣称产品,通过在化妆品标签上标注全成分的方式防止夸大宣传等现象的发生^[9]。韩国化妆品法规同样规定化妆品宣称应有科学合理的依据,且需要提供相关实验资料^[10]。其中《标签及广告公证法》第12条规定禁止不当的标识及广告行为,如禁止出现容易造成将非功能性的化妆品误认为功能性化妆

品的标识或广告^[10]。

可见,无论是国内还是国外,都要求化妆品宣称合法合理,违反法律规定的企业及个人将受到监管部门的严肃处理。

2 化妆品功效宣称的分类与科学支持

《化妆品分类规则和分类目录》^[11]要求化妆品分类要从功效宣称、作用部位、使用人群、产品剂型、使用方法5个维度进行分类,并形成产品分类编码。其中,功效包括26种类别,除此之外则为新功效。

化妆品功效评价是为化妆品功效宣称提供科学支持的有效手段。《规范》将化妆品功效评价定义为:通过功效评价试验、研究数据分析或文献资料调研等手段,对化妆品在正常使用前提下功效宣称的内容进行科学测试和合理评价,并作出相应评价结论的过程。其中,化妆品功效评价试验包括人体功效评价试验、消费者使用测试、实验室试验等^[12]方式。

针对化妆品不同的功效宣称,《规范》作出了相应的评价要求,以便化妆品注册人、备案人及研究人员能根据产品功效宣称选择适当的评价方法和评价机构,确保功效宣称评价结果的科学、准确和可靠。

对能够通过视觉、嗅觉等感官直接识别的产品,如用于清洁、卸妆、染发、烫发、美容修饰、发色护理、芳香、爽身、脱毛、除臭、辅助剃须剃毛等的产品,可以免于公布产品功效宣称依据的摘要;通过简单物理遮盖、附着、摩擦等方式发生作用效果且在标签上明确标识仅具有物理作用的功效宣称,如用于物理遮盖祛斑美白、物理方式去角质、物理方式去黑头等产品,可以免于公布产品功效宣称依据的摘要。

对祛斑美白、防晒和防脱发三类特殊化妆品,以及宣称祛痘、滋养和修护功效的产品,

《规范》规定必须经过人体功效试验方式进行功效评价。

宣称具有紧致、舒缓、抗皱、控油、去角质、防断发和去屑功效,以及宣称温和(如宣称无刺激)或量化指标(如宣称功效保持时间、宣称功效相关统计数据等)的化妆品,应从人体功效评价试验、消费者使用测试、实验室试验中选择至少一项进行评价,可以同时结合文献资料或研究数据的分析结果进行功效宣称评价。

对于具有保湿、护发及宣称原料功效的特定宣称产品,功效评价的形式不予限制,可从人体功效评价试验、消费者使用测试、实验室试验、文献资料或研究数据中选择至少一项进行评价。

对于特定宣称(宣称适用敏感肌、无泪配方等)的功效评价试验应从人体功效评价试验或消费者使用测试中选择至少一项进行评价。若宣称产品具有新功效,应根据具体功效宣称选择合适的评价数据。

3 化妆品功效评价方法体系的建立

化妆品功效评价方法/标准很多,按其出处通常可分为以下4类。除特殊规定的情况外,化妆品的功效宣称评价试验应当优先选择下述1)、2)类试验方法;1)、2)类未作规定的,可以任意选择3)、4)类中的试验方法。

1)我国化妆品领域中强制性国家标准、技术规范所规定的方法。如2015版的《化妆品安全技术规范》^[13]中关于防晒化妆品防晒指数(SPF值)的测定方法、防晒化妆品防水性能测定方法等。此外,最近发布的《化妆品祛斑美白功效测试方法》和《化妆品防脱发功效测试方法》亦归于此类^[14]。

2)我国化妆品领域相关法规、国家标准、行业标准载明的方法。如《化妆品保湿功效评价指南》(QB/T 4256—2011)^[15]作为行业标准

推荐使用。

3)国外相关法规或技术标准规定的方法。如针对抗皱、美白、固发等功效宣称,韩国食品药品监督管理局发布了如《化妆品测试方法集(2016)》^[16]等相关的评价指南。

4)国内外权威组织、技术机构或行业协会技术指南发布的方法,以及专业学术杂志、期刊公开发表的方法或自行拟定的方法等。如欧美等多数国家,在具体化妆品功效评价方法上并没有相应的法规性文件,功效评价可依据ISO国际标准化组织的相关规定、欧洲化妆品及其他外用产品功效评价专家组(EEMCO)或其他行业协会发布的化妆品功效评价指南等,也可参考专业刊物公开发表的方法或自行拟定的方法,但需进行必要的方法学验证。

化妆品功效评价试验体系的建立应从人、机、料、法、环、测等方面考虑。其中“人”指测试人员,在评价过程中起主导作用,要求对评价方法、评价程序、评价过程中可能出现的问题及解决办法有较深入了解;“机”指在功效评价过程中所用到的测试仪器,是评价过程中连接“人”与“材”的主要载体,也是客观数据的主要来源,会对试验结果产生直接影响,比如在保湿功效评价试验中电容法使用到的Corneometer CM 820^[17],在美白、抗衰老、控油祛痘等产品功效评价中使用到的三维皮肤CT^[18];“料”即材料,是评价过程中的主要作用对象,在人体功效评价试验中指受试者,在消费者使用测试中指消费者,在实验室试验中可指实验动物、细胞、细菌等;“法”指功效评价方法,在整个评价过程中起指导作用,每一种功效评价要求都不一样,需要根据不同功效选择不同的评价方法;“环”指试验环境,是保证评价过程科学准确进行的重要条件,例如在人体功效评价中,一般对环境的温度和湿度有较严格的要求;“测”指评价试验时采取的方法是否标准、正确,是对评价试验

的一种考核。由以上可知,化妆品功效评价方法分为人体功效评价试验、消费者使用测试和实验室试验。

3.1 人体功效评价试验

人体功效评价试验是指在实验室条件下,按照规定的方法和程序,通过人体试验结果的主观评估、客观测量、统计分析等方式,对产品功效宣称作出客观评价的过程。

2021年3月2日,国家药品监督管理局第17号文件^[14]新增了化妆品祛斑美白功效和防脱发功效测试方法。以防脱发功效评价为例,《化妆品防脱发功效测试方法》规定了该方法的适用范围、受试者遴选、受试物、试验器材、环境条件、试验流程、数据分析、试验结论、检验报告等环节的要求^[14]。受试者要求18~60岁,头发长度在5~40 cm之间,有脱发严重或头发轻度稀疏的困扰,且按60次梳发法筛选通过者;受试物包括试验产品、对照产品和洗脱期产品,其中对照产品和洗脱期产品均为不含防脱发功效成分的相应试验产品基质配方产品;试验器材包括专业数码相机、皮肤镜和规定尺寸的梳子;测试指标包括计算脱发数量、毛发密度的评估、图像拍摄等。

刘婷等^[19]在研究化妆品祛痘功效评价中,选取痘痘个数、红肿程度等指标,用皮肤检测仪(VISIA)进行测试,对比产品使用前后的痘痘状态,评价其祛痘效果。王鹏等^[20]在研究化妆品美白功效评价中,选取皮肤相对应位置的 L^* 值、皮肤角质层水分含量等测试指标,利用皮肤测试仪器MPA580和血红素测试探头 Mexameter MX18、皮肤水分含量测试探头 Corneometer CM825 等进行测试,结果表明该产品具有较好的美白效果。

受试者皮肤状态除可用前述的仪器进行客观评测外,还可通过有经验的专业人员进行感官评价。感官评价起源于食品行业,是人们用

来唤起、测量、分析及解释通过人的触觉、嗅觉、味觉、视觉、听觉而感知到的物质特征、性质的一种科学方法^[21-22]。唤起主要是为了确保感官评价环境尽可能独立和稳定,并减少各种偏见和干扰因素对结果的影响;测量是为了收集感官评价的数据;分析是指采取统计学方法对评价人员的感官评价数据进行分析处理;解释是指对所得数据进行合理的解释,并提出合理的建议。

感官评价是一种比较特殊的人体功效评价试验,主要针对化妆品在外观、肤感、气味及质地上的主观宣称,也可以对产品功效进行评价,如皮肤的亮度变化、延缓衰老中的纹理度级别、舒缓功效中的皮肤分级等。

3.2 消费者使用测试

消费者使用测试是指在客观、科学的基础上,对产品使用情况和功效宣称评价信息进行有效收集、整理和分析的过程。相较于人体功效评价试验和实验室试验,消费者使用测试有许多优点,如试验周期较短、成本较低、可以得到消费者直接的反馈等,因此消费者使用测试的应用也越来越广泛。

在消费者使用测试的评价过程中,首先要确定消费者的筛选标准、消费者人数,然后依据随机、对照、双盲等原则确定测试方案。测试方法有许多种,按测试目的可分为定性测试和定量测试,按测试方法可分为面谈、调查问卷、消费者日记等^[23],如采用调查问卷的方式可对消费者就某一产品或某一原料的认知及偏爱程度进行调查。测试完成后需要收集相关数据并进行分析,数据的分析方法主要分为描述性统计分析、回归分析、相关分析等^[24],在消费者使用测试中主要采用描述性统计分析。

刘红星等^[25]将调查问卷和3种不同刷毛的牙刷同时分发给消费者进行消费者使用测试,评价牙刷总体使用感觉、整体清洁力、刷毛

对牙龈和牙齿的刺激等。测试结果表明,消费者的使用感受与刷毛的软硬度有较强相关性,消费者更喜欢呵护牙龈的刷毛。

3.3 实验室试验

实验室试验是指在实验室等特殊的环境下,按照规定方法和程序进行的试验,主要包括动物试验、体外试验等。

3.3.1 动物试验 动物试验是指通过对动物本身生命现象的研究,进而推及并运用到人类的一种方法。动物试验应符合动物福利及3R原则,即替代(Replacement)、减少(Reduction)、优化(Refinement)。以美白功效评价为例,采用动物试验法进行评价时,可选取豚鼠为实验动物,这是因为其皮肤黑素细胞和黑素小体的分布与人类近似。在豚鼠背部的两侧进行剃毛处理,然后将待测样品均匀地涂抹在该区域,一段时间后对该区域的皮肤进行组织学观察^[26]。彭冠杰等^[27]采用豚鼠进行UVB(Ultraviolet Radiation B)照射诱导色素沉着后,每日涂敷美白剂,一段时间后取豚鼠皮肤活组织切片进行染色,并进行组织学分析,发现该方法可作为化妆品美白原料用于动物水平美白功效的评价方法。

但将动物试验推及人类是有一定局限性的,人与动物之间存在不可忽略的类别差异,所以动物试验的结果不能等同于人体功效评价试验的结果。

3.3.2 体外试验 体外试验主要是对原料高通量筛选、量效关系研究及作用机理的研究,化妆品功效评价的体外试验主要可分为仪器检测法、生物化学法、细胞生物学法和分子生物学法。

1) 仪器检测法

仪器检测法是指通过仪器检测产品的物理化学性能或特定化学成分含量以评价其效果的一种方法。如通过检测产品中烟酰胺的含量可

间接评价该产品的美白功效,通过检测防晒化妆品中ZnO、TiO₂等物理防晒剂的使用量,也可以在一定程度上间接评价其防晒效果^[28]。杨健^[29]制备了含葡萄籽原花青素的防晒霜,采用紫外分光光度法测定葡萄籽原花青素提取物的SPF值,并通过测得的SPF值指导选择合适的葡萄籽原花青素提取物的添加浓度。M. Sohn等^[30]在体外载体SPF仪器测试的前提上,研究开发了一种溶液紫外透射光谱法,避免了因将样品涂抹在载体上而出现厚度不均匀的现象,使SPF的测量更加准确,且该方法与人体功效评价测试法得到的结果有较好的相关性。

2) 生物化学法

生物化学法是指借助生物化学手段,对影响功效的特征指标、重要生物分子含量进行测试分析的一种方法^[3]。该方法具有操作简单、重复性好等特点,广泛应用于化妆品原料的功效评价中。如利用清除DPPH自由基的方法评价化妆品原料的抗氧化性能、利用络氨酸酶抑制实验评价化妆品美白功效等。生物化学法适用于功效原料的高通量筛选。武亭羽等^[31]在某种亚马逊莓中发现其卓越的抗氧化性能,通过相关实验发现,其果肉提取物具有抑制络氨酸酶活性、使细胞免受紫外线引起的氧化应激伤害等潜在的皮肤美白功效。

3) 细胞生物学法

细胞生物学法是指体外培养特定细胞或建立细胞损伤模型,使用目标成分进行刺激,观察细胞形态等指标,通过特定基因通路、相关蛋白表达等对化妆品原料或成品进行功效评价的一种方法^[32]。体外细胞培养又分为单一细胞培养、细胞共培养和3D细胞模型^[33-34]。我国3D全层皮肤模型FulKutis通常包括由成纤维细胞构成的真皮层和覆盖其上的表皮层,研究证明该模型已在体外成功构建^[35]。

4) 分子生物学法

分子生物学法是指在分子水平上对生物大分子的功能及结构进行研究,进而对化妆品原料或成品进行功效评价的一种方法.其中,基因芯片技术具有可进行大量基因的平行、快速分析检验的优势,在化妆品领域越来越受到研发人员的关注,已经成功应用于揭示功效成分作用靶点、人体皮肤基因表达水平变化等研究^[36].颜微^[37]通过搜集6例面部老化患者耳前和耳后皮肤,并提取全层皮肤的RNA,利用Illumina Human-6全基因组表达芯片进行差异分析,实现了这些基因在光老化过程中生物学作用的初探.

4 结论与展望

本文分析比较了我国与欧盟、日本、韩国等国家或地区对化妆品宣称监管模式的异同,就不同功效宣称所需的科学支持进行了详细说明,并针对功效评价方法体系的应用和进展进行阐述.国内外化妆品监管均对化妆品宣称做出严格要求,需提供科学支持;新条例的颁布,将使市场规范化进一步提高,“品宣合一”即化妆品质量功效与宣称的统一将是化妆品行业的发展趋势.化妆品功效评价方法体系主要由人体功效评价试验、消费者使用测试和实验室试验三部分组成;化妆品行业的发展需求推动着功效评价技术的不断发展,高灵敏度、高稳定性的信息收集技术、图像处理技术、数据统计方法,以及新材料、大数据、人工智能技术的应用是未来化妆品功效评价技术的发展趋势,它们必将助力化妆品行业的技术创新,推动行业向着健康有序、高质量发展的方向前进.

参考文献:

- [1] European Union. Regulation (EC) No 1223/2009 of the European parliament and of the council of 30 November 2009 on cosmetic products [J]. Official Journal of the European Union, 2009, 342: 59.
- [2] European Union. Commission regulation (EU) No655/2013 laying down common criteria for the justification of claims used in relation to cosmetic products [EB/OL]. (2013-07-10) [2021-06-02]. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2013/655/oj>.
- [3] 尹月煊,赵华.化妆品功效评价(I):化妆品功效宣称的科学支持[J].日用化学工业,2018,48(1):8.
- [4] 马雪,宋艳青,盘瑶,等.化妆品功效评价(XII):皮肤生理学检测在化妆品功效评价中的应用[J].日用化学工业,2020,50(1):14.
- [5] MARTIN S F, ESSER P R. Avoiding contact allergens: from basic research to the in vitro identification of contact allergens[J]. Allergologie Select,2017,1(1):77.
- [6] 国家药品监督管理局.《化妆品监督管理条例》[EB/OL]. (2020-06-16) [2021-06-02]. <https://www.nmpa.gov.cn/xxgk/fgwj/flxzhfg/20200629190501801.html>.
- [7] WANG Y Q. The state drug administration explains in detail the new version of "regulations on supervision and administration of cosmetics" [J]. Computer and Network, 2021, 47 (2):4.
- [8] 国家药品监督管理局.国家药品监督管理局关于发布《化妆品功效宣称评价规范》的公告(2021年第50号)[EB/OL]. (2021-04-08) [2021-06-02]. <https://www.nmpa.gov.cn/zhuant/hzhpch2021/hzhp2021fgwj/20210409160321110.html>.
- [9] 李南.我国化妆品安全监管体制的现状与对策研究[D].广州:广州中医药大学,2011.
- [10] 刘恕.我国化妆品功效宣称监管浅析[J].日用化学科学,2019,42(1):22.

- [11] 国家药品监督管理局. 国家药品监督管理局关于发布《化妆品分类规则和分类目录》的公告(2021年第49号)[EB/OL]. (2021-04-09)[2021-06-02]. <https://www.nmpa.gov.cn>.
- [12] WANG H, PAN Y, ZHAO H. The methodology of cosmetics efficacy evaluation to provide scientific support for soothing skin efficacy claims[J]. *China Detergent & Cosmetics*, 2019, 4(1): 73.
- [13] 国家药品监督管理局. 国家药品监督管理局关于发布化妆品安全技术规范(2015年版)的公告(2015年第268号)[EB/OL]. (2015-12-23)[2021-06-02]. <https://www.nmpa.gov.cn>.
- [14] 国家药品监督管理局. 国家药品监督管理局关于将化妆品中防腐剂检验方法等7项检验方法纳入化妆品安全技术规范(2015年版)的通告(2021年第17号)[EB/OL]. (2021-02-18)[2021-06-02]. <https://www.nmpa.gov.cn>.
- [15] 全国香料香精化妆品标准化技术委员会. 化妆品保湿功效评价指南: QB/T 4256—2011[S]. 北京: 中国轻工业出版社出版, 2011.
- [16] 韩国食品药品监督管理局. 《化妆品测试方法集(2016)》[EB/OL]. (2016-11)[2021-06-02]. https://www.mfds.go.kr/brd/m_641/view.do?seq=26176&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&multi_itm_seq=0&company_cd=&company_nm=&page=5.
- [17] ESKO A, JOUNI N, KIRSI N, et al. Measurement of hydration in the stratum corneum with the moisture meter and comparison with the corneometer[J]. *Skin Research and Technology*, 2004, 10(1): 32.
- [18] 江文才. 皮肤CT在化妆品功效评价中的应用[C]//中国中西医结合学会. 首届全国湿疹皮炎皮肤过敏学术会议论文汇编. 上海: [出版者不详], 2019: 54.
- [19] 刘婷, 刘芳, 陈亮, 等. 一种中草药复合物化妆品的祛痘抗炎功效评价研究[J]. *日用化学工业*, 2020, 50(8): 553.
- [20] 王鹏, 张云贤, 杜玉兰, 等. 一款美白产品的功效研究[J]. *日用化学品科学*, 2020, 43(5): 36.
- [21] MOUSSOUR M, LAVARDE M, PENSÉ-LHÉRITIER A M, et al. Sensory analysis of cosmetic powders: personal care ingredients and emulsions[J]. *International journal of cosmetic science*, 2017, 39(1): 83.
- [22] 尹月煊, 李诚桐, 王春晓, 等. 化妆品功效评价(X): 化妆品主观功效宣称的科学支持[J]. *日用化学工业*, 2018, 48(12): 675.
- [23] 刘唯一, 周琳, 赵华. 化妆品功效评价(XIII): 消费者使用测试[J]. *日用化学工业*, 2021, 51(6): 485.
- [24] WEI W. Evaluation of analysis methods commonly used in market research data analysis[J]. *Market Observation*, 2019(9): 90.
- [25] 刘红星, 刘海超. 刷毛的评价方法及其对牙刷功效的影响[J]. *口腔护理用品工业*, 2019, 29(3): 38.
- [26] WU X H, ZHOU J, WANG Z, et al. Efficacy assessment of light ening cosmetics and their future prospect[J]. *Flavour Fragrance Cosmetics*, 2007(3): 33.
- [27] 彭冠杰, 郭清泉. 美白化妆品的功效评价: 动物试验法[J]. *日用化学品科学*, 2020, 43(2): 57.
- [28] 李硕, 代静, 李莉, 等. 进口防晒剂中纳米氧化锌和纳米二氧化钛检测结果分析[J]. *日用化学工业*, 2019, 49(9): 621.
- [29] 杨健. 葡萄籽原花青素防晒霜的制备与评价[D]. 西安: 西北农林科技大学, 2014.
- [30] SOHN M, MALBURET C, CALISKAN G, et al. In vitro water resistance testing using SPF simulation based on spectroscopic analysis of rinsed sunscreens[J]. *International Journal of Cosmetic Science*, 2018, 40(3): 217.

- 清华大学出版社,2009:134-168.
- [13] 张梅军,曹勤. 工程机械动力学[M]. 北京:国防工业出版社,2012:6-30.
- [14] CHEN H B, DUAN S, TANG Y L, et al. Global dynamics of a mechanical system with dry friction [J]. Journal of Differential Equations, 2018, 265: 5490.
- [15] 田红亮,陈谦. 单自由度系统[J]. 三峡大学学报(自然科学版), 2019, 41(5): 103.
- [16] WU Z Y, LIU H Z, LIU L L, et al. Identification of nonlinear viscous damping and Coulomb friction from the free response data [J]. Journal of Sound and Vibration, 2007, 304(1/2): 407.
- [17] 魏井福,张小龙. 库仑摩擦对自由振动特性的影响分析[J]. 机械工程师, 2010, 42(8): 52.
- [18] 艾金婷,富立,郑玉. 库仑摩擦对机械振动的影响[J]. 长春理工大学学报, 2014, 27(2): 49.
- [19] FEENY B F, LIANG J W. A decrement method for the simultaneous estimation of Coulomb and internal friction [J]. Journal of Sound and Vibration, 1996, 195: 149.
- [20] LEE S K. Closed-form solutions to free vibration response of single degree of freedom systems with Coulomb friction [J]. Journal of the Computational Structural Engineering Institute of Korea, 2020, 33(1): 9.
- [21] 张艳龙,王丽,唐斌斌. 含改进 LuGre 动摩擦的非光滑振动系统的动力学分析[J]. 振动与冲击, 2018, 37(6): 212.
- (上接第 109 页)
- [31] 武亭羽,王成军,王雪,等. 亚马逊莓 (*Euterpe oleracea*) 美白相关成分和作用研究现状[J]. 化工进展, 2020, 39(S2): 285.
- [32] 郭立群,王敏. 化妆品功效评价(VII): 细胞生物学在化妆品功效评价中的应用[J]. 日用化学工业, 2018, 48(7): 371.
- [33] SONG X J, ZHOU C X, WU Y. Reconstruction of 3D skin model and its application in evaluation the efficacy of cosmetic raw materials to be used as active ingredients [J]. China Surfactant Detergent & Cosmetics, 2017, 47(11): 633.
- [34] 李潇,张晓娥,卢永波,等. 化妆品功效评价(VIII): 3D 皮肤模型在化妆品功效评价中的应用[J]. 日用化学工业, 2018, 48(9): 489.
- [35] NAKAMURA M, HAARMANN-STEMMANN T, KRUTMANN J, et al. Alternative test models for skin ageing research [J]. Experimental Dermatology, 2018, 27(5): 495.
- [36] 方兆华. 基因芯片技术在化妆品中的应用[J]. 日用化学工业, 2012, 35(1): 24.
- [37] 颜薇. 应用基因芯片技术对国人皮肤光老化基因差异表达的研究[D]. 北京:中国协和医科大学, 2008.