

全国高等院校化妆品专业系列教材

化妆品功效评价实验

主编 曹 高



科学出版社

广东省化妆品工程技术研究中心资助项目
广东省化妆品专业示范基地资助项目
广东省省级实验教学示范中心资助项目

全国高等院校化妆品专业系列教材

化妆品功效评价实验

主 编	曹 高			
副 主 编	桑延霞			
编 委	(按姓氏笔画排序)			
	刘环宇	吴功庆	周 臻	
	赵 平	祝宝福	徐 畅	
	桑延霞	黄庆芳	曹 高	
	詹海莺			

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本教材为高等院校化妆品功效评价实验教材,是根据化妆品相关专业开设专业实验的需要,在相关国家标准、行业标准、科学研究及教学实践等基础上编写而成的。

本教材内容丰富、条理清晰,从人体皮肤和毛发的基本知识介绍出发,介绍了化妆品功效评价的意义、内容、方法及常用仪器,实验部分共选用和安排了 56 个实验,涉及大部分化妆品品类的人体/体外功效评价实验,编写时突出了专业实验教材的系统性、知识性、适用性和先进性。

本教材可供大中专院校化妆品相关专业的师生学习使用,也可供从事化妆品研究开发、检验检疫、生产和销售等人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

化妆品功效评价实验 / 曹高主编. —北京: 科学出版社, 2017.10

全国高等院校化妆品专业系列教材

ISBN 978-7-03-054345-5

I. ①化… II. ①曹… III. ①化妆品-效果-化学实验-高等学校-教材
IV. ①TQ658-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 215810 号

责任编辑: 王 超 胡治国 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 张欣秀 / 封面设计: 陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京九州迅驰传媒文化有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 10 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 10 月第一次印刷 印张: 10 1/2

字数: 262 000

定价: 45.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

全国高等院校化妆品专业系列教材

编审委员会

主 任 申东升

副主任 黄泽波 赵 红 沈志滨 刘环宇

委 员 (按姓氏笔画排序)

申东升 刘 宁 刘丰收

刘文杰 刘环宇 许东颖

吴都睿 何秋星 沈志滨

赵 平 赵 红 赵力民

姚华刚 徐 畅 桑延霞

黄泽波 曹 高 詹海莺

丛书前言

化妆品产业是美丽经济和时尚事业，解决的是清洁、干燥、瑕疵、皱纹等问题，近30年在我国得到了迅猛发展，取得了前所未有的成就。由于受收入水平提升带来的消费层次升级、消费习惯改变等因素的影响，我国化妆品产业将在未来一段时间继续保持稳定增长态势，产业发展空间巨大。我国化妆品市场中，外资名牌产品占据重要地位，而民族企业因为人才、技术及资金等因素的制约，难以在品牌策划、产品开发和质量保障等诸多方面与跨国企业相抗衡，尤其是在原料开发、新剂型创新等基础研究方面比较薄弱，仍处于初级阶段。对于培养化妆品人才的高等教育来说，目前只有少数几个高校在应用化学、轻化工程或生物学专业中开设化妆品方向，相关的课程体系还需要尽快建立和完善。

为适应全国高等院校化妆品专业人才培养的需要，创建一套符合我国化妆品专业培养目标 and 化妆品学科发展要求的专业系列教材，以教学创新为指导思想，以教材建设带动学科建设为方针，广东省化妆品工程技术研究中心设立化妆品专业教材专项资助资金，组织成立“全国高等院校化妆品专业系列教材”编审委员会，根据化妆品学科对化妆品技术人才素质与能力的需求，充分吸取国内外化妆品教材的优点，组织编写了这套化妆品专业系列教材——“全国高等院校化妆品专业系列教材”，这对于推动我国高等院校化妆品专业发展与人才培养具有重要的意义。

本系列教材涵盖专业基础课、专业核心课、专业选修课、实践环节课和专业综合训练课，重点突出化妆品专业基础理论、前沿技术和应用成果，包括中药化妆品学、生物化妆品学等理论课教材，以及香料香精实验、表面活性剂实验、化妆品功效评价实验、化妆品安全性评价实验、化妆品质量分析检测实验、化妆品配方与工艺学实验等实验指导教材，力求做到符合化妆品专业培养目标、反映化妆品学科方向、满足化妆品专业教学需要，努力创造具有适用性、系统性、先进性和创新性的特色精品教材。

本系列教材主要面向本科生、研究生及相关领域的科学工作者和工程技术人员。我们希望本系列教材既能为在校大学生和研究生的学习提供内容先进、论述系统的教材，又能为从事化妆品研究开发的广大科学工作者和工程技术人员知识更新与继续学习提供合适的参考资料。

值此“全国高等院校化妆品专业系列教材”陆续出版之际，谨向参与本系列教材规划、组织、编写的教师和科技人员，向提供帮助的从事化妆品高等教育的教师，向给予支持的科学出版社，致以诚挚的谢意，并希望本系列教材在全国高等院校化妆品专业人才培养中发挥应有的作用。

申东升
2017年2月

前 言

本教材为全国高等院校化妆品专业系列教材。本教材由“全国高等院校化妆品专业系列教材”编审委员会组织编写,教材内容突出基本理论、基本知识和基本技能。

近年来,化妆品工业迅速发展及化妆品消费市场不断扩大,化妆品已经成为人们日常生活中的必需品。随着化妆品科学与技术的不断发展,化妆品也被赋予了很多特定的护理功效,这些护理功效即为化妆品的功效性。消费者对化妆品的消费理念正在逐渐理性化,对广告的诱导和概念炒作不再盲目追随,但对化妆品的安全性及功效性的要求却越来越高,如化妆品的保湿、防晒、祛斑美白、抗衰老等方面都有需求。为此,目前世界各国政府、知名化妆品企业和有关研究机构都加强了在化妆品护理功效方面的基础研究,确定了化妆品功效性的评定方法,建立并完善化妆品功效性评价体系。

我国也在逐步建立专业的检测机构加大对化妆品安全性、有效性的评价力度。但我国化妆品功效评价研究尚处于起步阶段,相关的技术和标准滞后于化妆品产业的发展,甚至在一些领域仍属空白。2015版《化妆品安全技术规范》作为最新版本的化妆品安全技术标准文件,在第八章对人体功效评价检验方法进行了规定,内容包括人体功效评价检验方法总则、防晒化妆品防晒指数(SPF)、防水性能、长波紫外线防护指数(PFA)的测定方法等。2016年3月,中国食品药品检定研究院受国家食品药品监督管理总局委托,发布了《化妆品功效宣称验证指导原则》(征求意见稿)。

为满足高等院校化妆品相关专业化妆品功效评价的实验教学,反映化妆品功效评价的新理论新方法,参考国际化妆品通用功效评价模式,依据我国现有化妆品技术法规和技术标准,并对化妆品的功效性评价方法进行收集整理,“全国高等院校化妆品专业系列教材”编审委员会组织编写了本教材。

本教材分为九章。第一章为化妆品功效评价基本知识,第二章为化妆品功效评价常用仪器,第三章为保湿化妆品功效评价实验,第四章为防晒化妆品功效评价实验,第五章为美白祛斑化妆品功效评价实验,第六章为抗衰化妆品功效评价实验,第七章为发用化妆品功效评价实验,第八章为止汗祛臭化妆品功效评价实验,第九章为牙膏和清洁类化妆品功效评价实验。第三章至第九章中的每一个实验都列出了实验目的、实验原理、仪器与试剂、实验步骤、注释与注意事项、思考题六个部分。本教材实验取材广泛,内容新颖全面,共安排了56个实验,涉及大部分化妆品品类的人体/体外功效评价试验,编写过程中突出了实验教材的系统性、知识性、适用性和先进性。

本教材由曹高担任主编,桑延霞担任副主编。第一章由赵平编写,第二章由曹高编写,第三章由祝宝福编写,第四章由詹海莺编写,第五章由徐畅编写,第六章由刘环宇编写,第七章第一节、第二节由周臻编写,第七章第三节至第五节由吴功庆编写,第八章由桑延霞编写,第九章由黄庆芳编写。除教材末列出的参考文献以外,本教材还参阅和引用了国内外大量文献资料,在此谨向所有著作者致以真诚的谢意。

化妆品功效评价内容丰富,新方法新仪器不断涌现,限于编者水平,不足之处在所难免,恳请专家、读者批评指正。

曹 高

2017年6月

目 录

丛书前言 前言

第一章 化妆品功效评价基本知识	1
第一节 人体皮肤和毛发的基本知识简介	1
第二节 化妆品功效评价的意义	5
第三节 化妆品功效评价的内容和方法	11
第二章 化妆品功效评价常用仪器	20
第一节 皮肤测试类仪器	20
第二节 防晒测试类仪器	28
第三节 成像测试类仪器	31
第四节 头发测试类仪器	35
第五节 其他功效评价测试仪器	37
第三章 保湿化妆品功效评价实验	39
第一节 体外试验	39
实验一 重量法测定吸湿率实验	40
实验二 重量法测定失水率实验	41
第二节 人体试验	42
实验三 皮肤水分含量测定实验	43
实验四 经皮失水率测定实验	44
实验五 皮肤粗糙度测定实验	46
实验六 皮肤油脂量测定实验	47
实验七 角质层水负荷实验	49
第四章 防晒化妆品功效评价实验	51
第一节 体外试验	51
实验八 紫外分光光度计法评价防晒效果实验	52
实验九 紫外透射率分析仪测定 SPF 实验	53
实验十 SPF-290AS 仪器测定 SPF 实验	54
第二节 人体试验	56
实验十一 防晒指数人体测定实验	56
实验十二 PFA 人体测定实验	60
实验十三 防晒化妆品防水性测定实验	62
第五章 美白祛斑化妆品功效评价实验	64
第一节 体外试验	64
实验十四 抑制酪氨酸酶活力测定实验	65
实验十五 细胞法测定黑素含量实验	66
第二节 人体试验	68
实验十六 皮肤色素含量测定实验	69
实验十七 皮肤色度测定实验	70
实验十八 皮肤呈像评价色斑实验	72
实验十九 紫外线照射黑化实验	73
第六章 抗衰化妆品功效评价实验	76
第一节 体外试验	76
实验二十 DPPH 自由基清除率测定实验	77

实验二十一	超氧阴离子自由基清除能力测定实验	78
实验二十二	羟自由基清除能力测定实验	80
实验二十三	促成纤维细胞功能测定实验	82
第二节	人体试验	84
实验二十四	皮肤黏弹性测定实验	84
实验二十五	皮肤纹理直接测定实验	86
实验二十六	皮肤纹理间接测定实验	87
第七章	发用化妆品功效评价实验	90
第一节	头发物理性质的测定	90
实验二十七	头发单纤维拉伸力学性能测定实验	90
实验二十八	头发动摩擦系数测定实验	93
实验二十九	头发抗静电性能测定实验	95
实验三十	头发梳理性测定实验	99
实验三十一	头发色差测定实验	101
实验三十二	卷发效率测定实验	102
第二节	头发生化性质的测定	104
实验三十三	头发蛋白质损失量测定实验	105
实验三十四	头发中色氨酸含量测定实验	107
实验三十五	头发过氧化脂质含量测定实验	109
实验三十六	铜离子吸附法测定头发受损度实验	111
第三节	染发效果的测定	113
实验三十七	头发色度测定实验	113
实验三十八	头发色牢度的测定实验	115
第四节	育发功效的测定	117
实验三十九	毛囊数的体外测定试验	117
实验四十	皮肤镜图像分析实验	119
实验四十一	毛发生长速度测定实验	121
第五节	抗头皮屑化妆品功效评价	122
实验四十二	头发光泽度测定实验	123
实验四十三	小组实验法测定抗头皮屑效果实验	124
第八章	止汗祛臭化妆品功效评价实验	127
第一节	止汗效果的测定	128
实验四十四	重量法评价止汗效果实验	128
实验四十五	染色法评价止汗效果实验	130
第二节	祛臭功效的测定	131
实验四十六	祛臭效果的感官评价实验	132
实验四十七	祛臭化妆品抑菌效果的评价实验	134
实验四十八	顶空固相微萃取-GC-MS 联用检测人体体味实验	137
第九章	牙膏和清洁类化妆品功效评价实验	140
第一节	牙膏功效评价实验	141
实验四十九	牙膏防龋功效评价实验	141
实验五十	抑制牙龈斑和(或)减轻牙龈炎症功效评价实验	144
实验五十一	抗牙本质敏感功效评价实验	146
实验五十二	牙膏防渍除渍功效评价实验	149
实验五十三	牙齿颜色的测定实验	151
实验五十四	牙膏摩擦值测定实验	152
第二节	皮肤清洁类化妆品清洁力功效评价	155
实验五十五	皮肤洗净力实验	155
实验五十六	皮肤抑菌杀菌效果评价实验	156

第一章

化妆品功效评价基本知识

根据我国 2008 年 9 月 1 日起施行的《化妆品标识管理规定》，化妆品是指以涂抹、喷、洒或者其他类似方法，施于人体（皮肤、毛发、指趾甲、口唇齿等），以达到清洁、保养、美化、修饰和改变外观，或者修正人体气味，保持良好状态为目的的产品。根据《化妆品卫生监督条例》，化妆品又分为普通化妆品和特殊用途化妆品。特殊用途化妆品包括育发、染发、烫发、脱毛、美乳、健美、除臭、祛斑、防晒九类化妆品，特殊用途化妆品以外的化妆品即为普通化妆品。

近年来，人们对生活品质追求不断提高，已不再简单地视化妆品为化学产品，而是对其安全性和功效性提出更高的要求，如化妆品的保湿、美白、防晒、祛斑、抗皱、育发、染发等效果，是消费者使用化妆品所追求的基本出发点。化妆品的功效评价是一个多层次多途径的复杂体系，按评价指标的性质可分为主观半定量评价和客观量化评价。主观评价以人的主观判断为标准，不需要特殊的设备和仪器，经济简便，但易受个体主观感觉差异的影响；客观评价需要通过特殊的仪器设备对皮肤、毛发等进行专业测量，主观影响因素较少，但需要购买较昂贵的专业仪器和需要具有专业知识的技术人员进行。

随着现代物理学、光学、电子学、生物学、信息技术和计算机科学的发展，人体的生理参数尤其是皮肤参数的无创性测量技术已经得到了前所未有的发展。通过这些技术所开发的新型仪器设备可动态地测量皮肤表面的水分、酸碱度、油脂、弹性、色泽、粗糙度，以及毛发的物理性质、生化性质等生理参数及其变化规律。这类功效评价仪器较少受主观因素的影响，具有无创性、简明直观等特点，现已在化妆品安全性、功效性评价研究中得到了广泛的应用。

第一节 人体皮肤和毛发的基本知识简介

由于化妆品直接作用于皮肤和毛发，学习和了解皮肤和毛发的组织结构和生理功能就非常必要，能够为化妆品的功效评价提供必要的理论基础，对研发和改善化妆品的功效性具有重要意义。

一、皮肤生理结构及功能

（一）皮肤的结构

皮肤是人体最大的器官，覆于人的体表，是内外环境的分界面，也是抵御外界不良因素侵扰的第一道防线。一个成年人的皮肤总面积为 $1.5\sim 2.0\text{m}^2$ ，质量约占人体总质量的 15%，厚度随年龄、性别、部位不同而不同，通常为 $0.5\sim 4.0\text{mm}$ （皮下组织除外）。一般女人皮肤比男人薄；眼睑、外阴等部位比其他部位要薄，臀部、手臂和脚掌的皮肤较厚。

人的皮肤由外及内分为三层：表皮、真皮和皮下组织（图 1-1）。皮肤内还含有多种组织，如毛发、爪甲、皮脂腺、大小汗腺、血管、淋巴管、肌肉和神经等。表皮与真皮

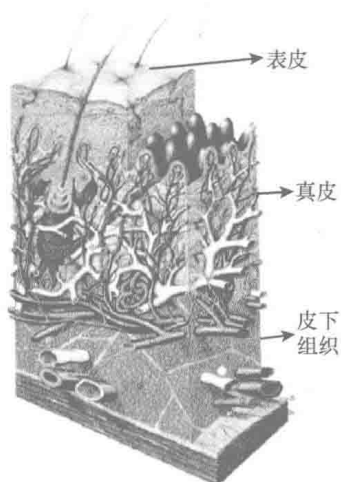


图 1-1 皮肤的结构

以指状突起互相交错镶嵌,表面伸入真皮的部分称为表皮突,真皮伸入表皮的部分称为真皮乳头。

1. 表皮 由两大类细胞组成:角质形成细胞和树突状细胞。角质形成细胞在分化中合成大量角蛋白,使细胞角化并脱落,根据分化程度和细胞形态可分为五层,从基底到表面依次为基底层、棘层、颗粒层、透明层和角质层。树突状细胞数量较少,分散于角质形成细胞之间,包括黑素细胞、朗格汉斯细胞和梅克尔细胞,这类细胞与表皮角化无直接关系。

(1) 基底层:为一层矮柱状或立方细胞,附着于基膜上,称基底细胞,为未分化的幼稚细胞,代谢活跃,不断分裂分化成表皮其余几层的细胞,以更新表皮。基底细胞内尚含有不均匀的黑素细胞,其含量往往会影响到皮肤的颜色。

(2) 棘层:由 2~10 层细胞组成,细胞较大,呈多边形,位于基底层上方。细胞向四周伸出许多细短的突起,故称棘细胞。胞体比较透明,核染色质比基底细胞核染色质少。在棘细胞间可散有朗格汉斯细胞。

(3) 颗粒层:由 3~5 层较扁的梭形细胞组成,位于棘层上方。胞质内含有许多透明角质颗粒,形状不规则,大小不一。细胞质内充满粗大、嗜碱性的透明角质颗粒。细胞厚度与角质层厚度一般成正比。

(4) 透明层:在掌跖皮肤角质层厚的部位,位于颗粒层上方,由几层更扁的梭形细胞组成,细胞呈透明均质状,界限不清,细胞核和细胞器已消失。在苏木精-伊红染色(hematoxylin and eosin, HE)切片中,角质层有一薄层均匀的嗜酸性带,即为透明层。

(5) 角质层:由多层扁平、无核的角化细胞组成,位于细胞表层,是已完全角化的死细胞,无细胞核和细胞器。在代谢过程中靠近表面的细胞间的桥粒解体,细胞彼此连接不牢,逐渐脱落,即为日常所称的皮屑。

(6) 黑素细胞:大多位于表皮基底细胞之间,8~10 个基底细胞间有一个黑素细胞,只有少数分散于真皮中,具有合成黑素的作用。细胞质透明,核较小。黑素细胞的数目随身体部位的不同而不同,在紫外线反复照射下可增多。黑素就是通过黑素细胞的树突输送到基底细胞内。

(7) 朗格汉斯细胞:分散于表皮棘细胞之间,能识别、结合和处理侵入皮肤的抗原,将其带至淋巴结的免疫反应区域,激活淋巴细胞,对抵御侵入皮肤的病毒和监视表皮癌变细胞起重要作用,并在排斥移植的异体组织中起到重要作用。

(8) 梅克尔细胞:是一种短指状突起的细胞,散在于光滑肌肤的基底细胞层及有毛皮肤的毛盘,数量很少。目前认为它可能是一个触觉感受器。

2. 真皮 位于表皮下面,主要由结缔组织组成,包括胶原纤维、弹力纤维及基质,也有其他组织,如神经、血管、淋巴管、毛囊、皮脂腺及大小汗腺等。厚度为表皮的 15~40 倍,含有少数细胞,如产生胶原纤维的成纤维细胞,参与 I 型变态反应的肥大细胞,具有清道夫作用的组织细胞及具有免疫功能的淋巴细胞。

真皮分为乳头层和网状层,真皮上部由许多圆锥形乳头组成,此层称为乳头层。乳头是末梢毛细血管和感觉神经终末处(血管乳头和神经乳头),呈手指样伸出真皮与其上的表皮吻合。乳头层与表皮营养供给和人体体温的调节有很大的关系。真皮的深层称为网状层,它与乳头层之间没有清楚的界限,网状层由比乳头层较大的结缔组织纤维组成,并含有弹

力纤维,这些纤维纵横无序地交织着,增强了皮肤的韧性,并使运动部位活动自如。

胶原纤维具有韧性大、抗拉力强的特点。长时间照射日光可减少胶原纤维的合成,导致皮肤出现松弛及皱纹。弹性纤维由交叉相连的弹性蛋白绕微纤维蛋白构成,使皮肤具有弹性和顺应性,紫外照射可使之变性和增粗,导致皮肤出现光老化。网状纤维存在于皮肤创伤愈合或肉芽组织中,可大量增生。真皮基质主要含有酸性黏多糖、氨基多糖及纤维蛋白,是填充于细胞间的无定形物质,起着支持和连接、营养和保护作用。基质中的生物分子能与水结合,保持皮肤充盈。

3. 皮下组织 位于真皮下方,与真皮无明显界限,又称皮下脂肪层或脂膜。由疏松结缔组织和脂肪小叶构成,结缔组织组成稀疏的网,其间有脂肪小叶。皮下组织的厚度因个体、年龄、性别和部位不同而有较大的差别。皮下组织内含有较多的血管、神经及皮肤附属器。皮下组织的功能包括防止体温发散、储存脂肪及抵御外来机械性冲击。

4. 皮肤附属器 包括毛发、毛囊、皮脂腺、汗腺、指(趾)甲及血管、神经和肌肉等。毛发与毛囊等内容详见本节二。

(1) 皮脂腺:除掌跖和足背外,身体所有部分都可发现皮脂腺。皮脂腺为泡状腺,由腺体和短排出管组成,状如梨形小叶,可有一个或几个小叶,位于毛囊和立毛肌之间,与导管相同,开口于毛漏斗处。不同部位皮脂腺密度不同,头部、面部、躯干中部、外阴部等所谓的脂溢部位皮脂腺多而大。多数皮脂腺开口于毛囊,形成毛囊皮脂单位;少数皮脂腺不开口于毛囊,而直接开口于表皮,形成“游离”皮脂腺,如口腔黏膜、唇红处、包皮、眼睑和女性乳晕。腺泡中心的细胞胞质内含脂滴,当腺细胞解体时,连同脂滴一起排出,即为皮脂。皮脂在表皮上扩散时可使皮肤变得平滑、柔润、有光泽,并能防止体内水分的蒸发。此外由于皮脂中脂肪酸有杀菌作用,因此对体外的细菌有防御作用。在护肤化妆品中就含有与皮脂相仿的油脂成分。

(2) 大小汗腺:汗腺分大汗腺和小汗腺。大汗腺又称顶泌汗腺,位于真皮下部或皮下组织,主要分布在腋窝、脐周、肛周、乳晕和外阴部等处。大汗腺是蟠管状腺体,与毛发、皮脂腺在一起,起源于外胚层,不直接开口于皮肤表面,而在皮脂腺开口的上方开口于毛囊,其导管引入皮脂腺导管而进入毛囊漏斗入口上方的皮脂腺囊,偶有一部分大汗腺的开口于接近毛发皮脂腺囊的皮肤表面。大汗腺分泌时近管腔部分的胞膜破裂,将部分胞质挤出,呈乳样液体。

小汗腺又称外泌汗腺或局泌汗腺,除唇红缘、包皮内侧、龟头、小阴唇、阴蒂及甲床外,小汗腺遍布全身,但不同部位的小汗腺数目又有明显差别。小汗腺是底端不通的长形盲管,底端呈蟠管状绕成球形,为腺体分泌部分,位于真皮的网状层或皮下组织。开口端的管道经过真皮的两乳头间呈螺旋形进入表皮,呈喇叭口样,开口于皮肤表面。汗腺细胞分泌的汗液除含大量的水分外,还含有钠、钾、氯、乳酸盐和尿素等。导管能吸收分泌物中的一部分钠和氯。汗液分泌(出汗)能散热,防止角质层干燥,有角质软化作用;汗液使皮肤表面酸化,可防御微生物的侵袭;在液体排泄上汗腺与肾起着相互辅助的作用;使脂质乳化,在表皮形成脂质膜;此外还与电解质、黏多糖、激素等代谢有关。

(3) 指(趾)甲:位于指(趾)末端的伸侧面,为坚硬透明的长方形角质板,扁平而有弹性,由多层连接牢固的角化细胞组成,细胞内充满角蛋白丝,呈半透明状。甲板的前面暴露部分称为甲体,其远端称为游离缘。甲板后端隐蔽皮肤皱褶下方部分称为甲根。甲板除游离缘外,其余三边均嵌于皮肤皱褶内。位于甲体下的基底组织部分称为甲床。位于甲根下的基底组织称为甲母质。指(趾)甲根处有新月形的白色区,称为甲半月。许多因

素会影响甲的生长和外观,如营养、应激状况、系统疾病及生活习惯等。

(二) 皮肤的生理功能

皮肤的生理功能是使体内各种组织和器官免受外界侵袭或刺激,以维持机体的健康;通过神经调节使机体更好地适应外界的各种变化;通过内部组织、器官的变化,皮肤能够做出适当的反应,及时反映出各个器官或整个机体的病变。

1. 保护作用 皮肤中的真皮弹性纤维和皮下脂肪组织能够避免外界的机械撞击直接传递到身体内部;皮肤具有碱性中和能力,使皮肤表面保持酸性环境从而阻止化学毒素的侵蚀;皮肤最外层的角质细胞的致密结构与角蛋白、脂质紧密有序的排列能阻止水分渗入体内并防止流失,还能抵御外界毒素侵入;皮肤脂质体中含有的不饱和脂肪酸具有杀菌的作用,能够有效防止皮肤表面的细菌生长;皮肤的免疫细胞还可以通过免疫反应保护机体等。

2. 体温调节作用 主要是通过皮肤中的毛细血管的扩张和收缩来改变皮肤中的血流量和控制汗液蒸发来实现的。体温调节中心位于下丘脑,当体温降低时,皮肤收缩神经作用于毛细血管,以阻止体温的进一步降低;当体温升高时,这种神经作用减弱,毛细血管扩张,热量散失增加。排汗也是类似这种调节来调节体温,这是因为汗水蒸发需要能量,出汗能够带走热量,使体温维持正常。另外,角质层、皮下组织和身体本身也能够使体温对外界的变化起到缓冲的作用,避免体温的剧烈变化。体表的立毛肌也能起到体温调节的作用。

3. 感知作用 皮肤能够感知挤压、触摸、温度和疼痛,这是因为皮肤中有各种感知环境变化的感受器,如触觉小体、Merkel 薄片、Golgi-Mazzoni 小体能够感知触觉,Pacinian 小体感知挤压,Krause 终球感知寒冷,Ruffini 小体能够感知温度,末梢神经能够感知疼痛。这些感受器能够通过脊髓、脑干和下丘脑将外部刺激传输给大脑皮质。

4. 吸收作用 皮肤吸收途径主要有两方面:通过表皮吸收和通过毛囊皮脂腺吸收。水溶性物质由于角质层屏障作用不易被机体吸收,而类固醇类物质,如雄性激素、雌性激素及脂溶性物质(如维生素 A、维生素 D、维生素 E 和维生素 K)能够通过皮肤吸收。脂溶性物质的透皮吸收程度与个体的年龄、皮肤血流量、皮肤温度、角质层含水量、角质层的损伤程度和皮肤周围的温度和湿度等因素均有明显的影响。

5. 其他作用 皮肤还具有显示情绪作用,如脸红、惊吓等,以及利用所含的维生素 D 前体通过紫外线的作用合成维生素 D。

二、毛发的生理结构

毛发是一个复杂的生物学单元,它是由可看得见的发干和位于皮肤表面下的发根组成,发根由毛囊长出。在这些不同隔室中,各种十分复杂的生物和生物化学过程共同调节。

头发的基本成分是角蛋白,角蛋白由多种氨基酸组成,其中胱氨酸含量最高。各种氨基酸互相缠绕交联成螺旋式和弹簧式结构,形成角蛋白的强度和柔韧,赋予头发独有的韧性。

头发的纵向切面从下向上可分为毛乳头、毛囊、毛根和毛干四个部分。头发露在皮肤表面的部分称为毛干,埋在皮肤里面的部分称为毛根,毛根下端略微膨大的称为毛囊,毛囊下端内凹入部分称为毛乳头。毛乳头中包括真皮组织的神经末梢、血管和结缔组织,对

毛发的生长起着至关重要的作用,并使毛发具有感觉功能。在毛乳头上有许多分裂的细胞,即毛球,毛球是毛发的发端,在毛球的上半球含有色素细胞。毛囊的上方接着皮脂腺,其分泌油脂,滋润毛发。每个毛囊都和一块立毛肌相连,当精神紧张或受到寒冷刺激时,会引起立毛肌收缩。

头发是由三部分组成,由外及里分别为毛表皮、毛皮质、毛髓质,见图 1-2。

1. 毛表皮 一般由 6~10 层扁平细胞交错重叠排列而成,在毛表面呈鱼鳞片状,从毛根排列到毛梢,包裹着内部的皮质,因此又称表皮层或角质层。其作用是保护毛皮质,保护皮脂并抑制水分的蒸发,赋予头发光泽和弹性,并在一定程度上决定头发的色泽。

毛表皮由硬质角蛋白组成,膨胀力强,可有效吸收化学成分,并可以抵抗外界的一些物理化学作用。它有一定的硬度但很脆,对摩擦的抵抗力差,一般头发损伤指的是角质层的损伤。在过分梳理和使用不好的洗发香波时,头发的角质层很容易受伤脱落或变薄,头发会失去凝聚力和抵抗力,使发质变脆。当阳光从表皮层的半透明细胞膜进入细胞内时,如果发质损伤,头发看起来就干枯且无光泽。

2. 毛皮质 由许多黑素的细小纤维质细胞组成,是头发中最主要的构成部分,几乎占毛发总质量的 80%。皮质中有头发特有的纤维蛋白—— α 角蛋白,它控制毛发的水分,决定毛发的韧性、弹性和强度。许多螺旋状的原纤维组成小纤维,再由多根螺旋状的小纤维组成大纤维,然后数根螺旋状的大纤维组成了外纤维,这就是毛皮质的主体。细胞中含有的黑素是决定头发颜色的关键,皮质纤维的多少也决定了头发的粗细。

3. 毛髓质 位于毛发中轴部位,是含有些许黑素粒子的空洞性的细胞集合体,由 1~2 列并排且呈立方体的蜂窝状排列着。它内部有无数个气孔,这些饱含空气的洞孔具有隔热的作用,而且可以提高头发的强度和刚性,又几乎不增加头发的质量。它可以保护头部,防止日光直接照射进来。毳毛无髓质,硬毛中可连续或断续存在,汗毛和新生儿的头发往往没有髓质。

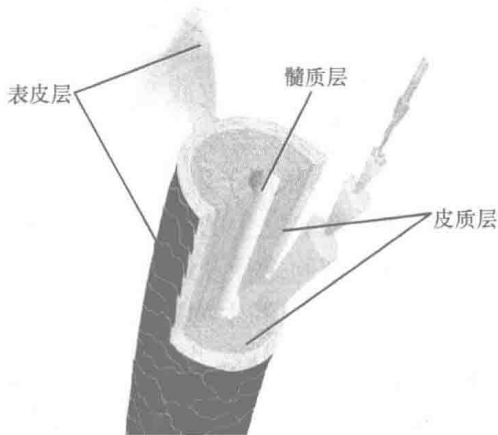


图 1-2 头发的结构

第二节 化妆品功效评价的意义

一、防晒化妆品功效评价的意义

地球表面从太阳接收到的日光光谱波长是由 200nm 以上的紫外区到 1800nm 以内的红光区所组成的,其中包括 37% 的可见光(400~780nm)、3% 的紫外线和 60% 左右的红外线,还有少量的 X 线及其他电离辐射。但由于工业的污染,对大气臭氧层带来不可逆转的破坏,使得日光照射到地球表面的紫外线越来越多,过量紫外线照射会损害人体免疫系统,加速肌肤老化,导致各种皮肤病,甚至引起皮肤癌,直接危害人类和整个生物界的健康。下面简单介绍紫外线的基本特征及对人体皮肤的损伤。

（一）紫外线的基本特征

紫外线可根据生物学效应不同分为波长为 100~290nm 的短波紫外线（ultraviolet C, UVC）、波长为 290~320nm 的中波紫外线（ultraviolet B, UVB）、波长为 320~400nm 的长波紫外线（ultraviolet A, UVA）。

UVA 可穿透皮肤到真皮层，引发自由基和活性氧，作用于皮肤黑色素细胞和黑色素形成的相关物质，导致皮肤变黑、色素沉着甚至光老化；加速破坏真皮内胶原蛋白和弹性蛋白，产生皱纹和失去弹性；破坏真皮内纤维素，如弹性纤维和胶原纤维等，导致皮肤松弛。

UVB 主要作用于表皮层，可引起红斑、红肿等晒伤反应。它是造成免疫系统能力减弱，白内障和皮肤癌发生的重要原因之一，其也可能通过引起正常组织内的 DNA 损伤，或对细胞周期、细胞途径及细胞内的某些酶产生作用而引起皮肤癌的发生。

UVC 有较强的生物破坏作用，人造 UVC 可用于环境消毒杀菌。然而 UVC 在经过臭氧层时几乎被完全吸收，因此不具有直接的生物作用。可以说只有 UVB 和 UVA 到达地球表面，所以防晒剂的主要功能体现在对 UVB 和 UVA 的防护上。

（二）紫外线对皮肤的损伤

1. **皮肤日晒红斑** 即日晒伤，又称日光灼伤、紫外线红斑等，主要是由于紫外线照射引起的一种急性光毒性反应。临床表现为肉眼可见、边界清晰的斑疹，颜色可为淡红色、鲜红色或深红色，可有程度不一的水肿，重者出现水疱。

2. **皮肤日晒黑化** 即日晒黑，指日光或紫外线照射后引起的皮肤黑化作用。临床上表现为弥漫性灰黑色素沉着，无自觉症状。它主要是一系列炎症性介质（如白三烯 LTC₄ 和 LTD₄ 等）和黑素细胞的相互作用所致，可分为下面三种类型。

（1）即时性黑化：主要见于 UVA 照射过程中或照射后立即发生的一种色素沉着。通常表现为灰黑色，限于照射部位，色素沉着消退很快，一般可持续数分钟至数小时不等。

（2）持续性黑化：随着紫外线照射剂量的增加，色素沉着可持续数小时至数日不退，可与延迟性红斑重叠发生，一般表现为暂时性灰黑色或深棕色。

（3）延迟性黑化：主要见于红斑剂量以上的 UVB 照射，照射后数日内发生，色素可持续数日至数月不退。延迟性黑化常伴发于皮肤经常受紫外线照射后出现的延迟性红斑，并涉及炎症后色素沉着的机制。

3. **皮肤光老化** 又称外源性老化，是指由于长期的紫外线辐射导致皮肤老化的现象，表现为皮肤松弛、结节、皮革样外观、明显干燥和脱屑，皮肤呈黄色或灰黄色、较粗糙、用力伸展时皱纹不会消失，久之则出现色素斑点或类似老年斑等色素沉着异常，甚至表现为深浅不一的色素失调现象。长期日光照射还可诱发一系列增生性病变，如脂溢性角化病、胶样栗丘疹、光线性肉芽肿、日光性角化病等，严重者可能发生皮肤癌等恶性肿瘤。

4. **皮肤光敏感和光敏性皮肤病** 光敏性皮肤病的特点是在光感性物质的介导下，皮肤对紫外线的耐受性降低或感受性增高，从而引发皮肤光毒反应或光变态反应。

（1）光毒反应：指在光线介导下由光感性物质适当吸收波长光线能量后发生光化学反应而对皮肤引起的直接变态反应。其中 UVA 是常见的致病光线。光毒反应的皮损包括红斑、水疱、大疱、色素沉着和瘢痕等，并伴有烧灼、刺痛、瘙痒等症状。

（2）光变态反应：分速发型和延迟型，速发型光变态反应临床表现为类似荨麻疹；延迟型光变态反应则类似变应性接触性皮炎，主要为皮肤红肿，出现丘疹、风团甚至水疱等，

可有渗出、浅表糜烂和结痂。

机体对紫外线照射的敏感性增强可使皮肤多种疾病及病理状态发生,临床表现主要以光损害为主,如外源性光敏感物质诱发的光毒性反应和光变态反应;可能由内源性化学物质和光子能量共同作用产生的特发性光敏性皮肤病,如多形性日光疹、慢性光化性皮炎、痘疮样水疱病、日光性荨麻疹等。有些代谢及营养障碍性皮肤病疾病虽不以光损害表现出来,但却伴有日光敏感,或光照后加重病症,如卟啉病、烟酸缺乏症;伴有光敏感的遗传性皮肤病,如着色性干皮症、Bloom 综合征、Cockayne 综合征、先天性色素异常症、先天性外胚层发育不良、先天性皮肤异色症、先天性角化不良;结缔组织病,如红斑狼疮、皮炎;角化异常性皮肤病,如 Darier 病、播散性浅表性光化性汗管角化症;其他还有酒渣鼻、扁平苔藓及某些大疱病等。这些病症可导致皮肤光老化的发生。

(三) 防晒剂的种类及作用

鉴于紫外线对人体皮肤带来的种种损害,我们可通过防晒产品来降低并防御这种危害,保障肌肤健康。从作用机制将防晒产品可分为紫外线吸收剂、紫外线屏蔽剂和各种抗氧化或抗自由基的活性物质。

1. 化学性紫外线吸收剂 又称有机防晒剂,它可选择性地吸收紫外线而起到防晒的作用。吸收紫外线实质就是一种光物理现象,原理是吸收剂分子吸收了紫外辐射的光子然后转化为分子的振动能或热能;另外还伴随着荧光或磷光的产生,这是由于分子结构内部电子基态和激发态间有能级的转换。不同国家或地区紫外线吸收剂的使用情况不同,详细可参见各国的化妆品法规。紫外线吸收剂大致可分为邻氨基苯甲酸酯类、对氨基苯甲酸及其酯类及同系物、水杨酸酯类、甲氧基肉桂酸酯类、二苯酮及其衍生物、甲烷衍生物和樟脑系列等。

2. 物理性紫外线屏蔽剂 也称无机防晒剂,它不吸收紫外线,但能反射、散射紫外线,可用在皮肤上可起到物理屏蔽作用。无机防晒剂通常是一些不溶性粒子或粉末,如二氧化钛、氧化锌、高岭土、滑石粉、氧化铁等,这些粒子的直径大小直接影响到紫外线的屏蔽作用。

与化学性紫外线吸收剂相比,物理性紫外线屏蔽剂具有安全性高、稳定性好等优点,不易发生光毒性反应或光变态反应。但由于物理性紫外线屏蔽剂有光催化活性,可能对皮肤有一定的刺激性。

3. 抗紫外线辐射的生物活性物质 某些生物活性物质具有抵御紫外线辐射的作用,如维生素类及其衍生物(维生素 C、维生素 E、烟酰胺、 β -胡萝卜素等)、抗氧化酶类[超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)、辅酶 Q、谷胱甘肽和金属硫蛋白 MT 等]、植物提取物(芦荟、燕麦、葡萄籽萃取物等)。由于紫外线辐射会产生氧自由基而造成一系列组织损伤,上述这些物质可间接地通过清除或减少氧活性基团的中间产物,从而阻断或减缓组织损伤或促进晒后修复。

防晒产品配方中加入生物活性物质一般具有多重效果,因此可往防晒剂的配方中加入生物活性物质来提高体系的防晒指数(sun protection factor, SPF);发挥其抗氧化作用来保护产品中其他活性成分;可防止产品接触空气后发生氧化变色;还可发挥其他生物学功效,如营养皮肤、延缓衰老、美白祛斑等。

4. 各种防晒成分的复配 实际上各种防晒剂的功效成分在实际使用中各有优缺点,因此为提高产品整体防晒效果,且兼顾安全性和方便性等特点,可进行各种防晒成分复配。

这包括 UVA 和 UVB 吸收剂的复配、有机防晒剂和无机防晒剂的复配及各种生物性防晒活性成分的复配使用等。

二、保湿化妆品功效评价的意义

皮肤表皮的角质层具有吸水、屏障功能,角质层中所含有的氨基酸、乳酸盐及糖类等使角质层保持一定的含水量,维持皮肤的湿润。皮肤的外观与角质层的含水量有关。正常的皮肤角质层通常含有 10%~30%的水分,以维持皮肤的柔软和弹性。水分减少时,皮肤不再娇嫩,并且变得干燥;水分降到 10%以下时,肌肤的张力与光泽会消失,角质层也更容易剥脱,皮肤会变得干枯暗淡,皱纹亦因而产生。皮肤尽管能利用自身的天然生物功能自我修复基本的功能(如晒黑、干燥、脱屑等),但却常受到外界环境的影响,如紫外辐射、污染、压力、皮损、免疫力下降等导致皮肤天然自我修复水平下降,使得皮肤变得脆弱、敏感、出现皮肤问题等。

要维持肌肤的湿润,除要补充皮脂膜的不足外,最重要的在于促使表皮角质细胞的健全,强化真皮网状组织的结构,增进两者的保水功能。使用保湿产品能引起皮肤表面的柔软性和平滑性,并延长这种效果的持续时间。这是因为角质层从产品中吸收水分而引起的吸留作用和即刻水合作用,减少皮肤表面水分的散失,使皮肤少受外界环境的影响,增加皮肤表面的柔软性和平滑性。水、保湿剂、油分是赋予护肤产品保湿性能的主要成分。水能直接柔软角质层;保湿剂能够更有效地保留水分,防御和抑制干燥后的硬化;油分能延长水和保湿剂的保留和柔软效果。保湿化妆品正在为改善和提高人们生活水平起着不可忽视的作用,也越来越受到消费者的青睐。

以下介绍保湿化妆品的几种作用方式。

1. 防止水分蒸发的油脂保湿 这类保湿品效果最好的是矿脂,即俗称的凡士林。凡士林不会被皮肤吸收,会在皮肤上形成保湿屏障,使皮肤的水分不易蒸发散失,也保护皮肤不受外物侵入。由于它极不溶于水,可长久附着在皮肤上,因此具有较好的保湿效果。但它的缺点是过于油腻,只适合较干的皮肤或在较干燥的冬天使用。对于偏油性皮肤的年轻人则不适合,会阻塞毛孔而引起粉刺和痤疮等。

除了凡士林之外,还有高黏度白蜡油,各种三酰甘油,及各种酯类油脂等。含有抗蒸发保湿剂的护肤品,基本都含有这些成分,适合较干性皮肤在晚间使用。

2. 吸取外界水分的吸湿保湿 这类保湿品最典型的就是多元醇类,使用历史最久的就是甘油、山梨醇、丙二醇、聚乙二醇等。这类物质具有自周围环境吸取水分的功能,因此在相对湿度高的条件下,对皮肤的保湿效果非常好。

但是在相对湿度很低,寒冷干燥、多风的气候,不但对皮肤没有好处,反而会从皮肤内层吸取水分,而使皮肤更干燥,影响皮肤的正常功能。很多护肤保养品,如化妆水、乳液、面霜等护肤品中都或多或少含有这类成分,可以帮助产品保持水分,使其水分不至于快速散失。含这类成分的保湿护肤品,适合在相对湿度高的夏季、春末、秋初及南方地区使用,但尤其不适合在北方的秋冬季使用。

3. 结合水分作用的锁水保湿 这类保湿品不是油溶性的,也不是水溶性的,属于亲水性的高分子物质。在水中溶胀后会形成立体的网状结构,将游离水结合在它的网内,使自由水变成结合水而不易蒸发散失,达到锁水保湿效果。它不会从空气或周围环境中吸取水分,也不会阻塞毛孔,亲水而不油腻,使用起来很清爽,属于比较高级的保湿成分,适合

各类肤质、各种气候,是白天、晚上都可以使用的保湿品。这类保湿品的功效成分以胶原质、弹力素、玻尿酸为代表。

4. 修复角质细胞的修复保湿 干燥皮肤无论使用何种保湿护肤品,其效果总是短暂的,不如从提高皮肤本身的保护功能及保湿功能,来达到更理想的效果。

维生素 E 可聚集在皮肤的角质层,帮助皮肤角质层修复其防水屏障,阻止皮肤内及角质层水分蒸发散失。维生素 E 在擦后 6~24h 内被吸收到皮肤的真皮层,并保护皮肤的细胞膜。

维生素 A 是调节皮肤细胞生长及活动的重要成分,它可以使皮肤增加弹性,并帮助表皮和真皮增加厚度。

维生素 B₅ 也就是泛醇,可促进成纤维细胞 (human skin fibroblast, HSF) 的再生,帮助组织的修复。

维生素 C 可促进胶原质的合成,使皮肤更饱满,防止皱纹的形成。

三、抗衰老化妆品功效评价意义

所有器官、组织和细胞都要经过生长、成熟、老化、死亡的过程。衰老是指随着时间的推移,个体、器官、组织或细胞发生的功能性和器质性衰老的渐进过程。皮肤衰老的主要特征是:皮肤变薄萎缩、弹性降低、韧性下降、松弛、皱纹增多并加深、色素沉着增加、生理功能衰退等。

导致皮肤衰老的原因主要有基因因素、环境污染、光致老化、营养缺乏及荷尔蒙短缺等。真皮中弹性蛋白纤维的减少,皮肤的疲劳程度、表皮中水分、电解质的损失,都将使皮肤产生衰老的迹象。这其中的机制主要是由于体内抗氧化功能减弱、自由基增多造成皮肤衰老的加速,自由基引起机体衰老的机制可以概括为以下三个方面:一是使生物大分子交联聚合和脂褐素堆积;二是使器官和组织细胞受到破坏并减少;三是使免疫功能降低。

抗衰老化妆品可通过以下几方面对衰老皮肤进行作用。

1. 作用于细胞及分子水平 抗衰老(祛皱)在细胞、分子水平的作用机制主要包括封闭 DNA 合成抑制基因,促进细胞分裂、增殖,促进胶原、弹性纤维的合成,修复皮肤屏障功能等。目前,市场上很多抗衰老药物和化妆品的作用是促进细胞分裂和增殖,加快表皮角质细胞脱落速度,刺激基底细胞分裂,在短期内改善皮肤外观。但由于细胞有一定的寿命和分裂次数,加速细胞分裂,使每次细胞周期变短,结果使细胞寿命变短,反而加速衰老。因此,比较理想的方法是从基因水平对细胞的生长周期、分裂次数进行调控。

2. 清除自由基与抗氧化 人体在新陈代谢过程中会不断产生带有不对称电子的原子或分子,这种带有不对称电子的原子或分子被称为自由基(化学粒子)。它急需从其他原子或分子中抢夺配对的电子,因此氧化性很强。人体内过氧化物歧化酶系、过氧化氢酶系等生物酶能够消除代谢活动中产生的过量自由基,维持体内自由基的平衡。当体内消除自由基的机制和功能受到破坏后,游离的自由基就会攻击人体内的生物大分子物质,造成细胞、组织甚至器官的损伤而发生衰老。

SOD 是人体防御自由基损伤的第一道防线(此外还有细胞生长因子、维生素等),也是抗氧化剂中最重要的酶。它可使体内超氧化物自由基经过歧化作用而被清除,从而达到解毒的作用。但随年龄的增长,SOD 合成减少,自由基增加,使自由基和紫外线照射直接损伤血管,发生炎症,可释放胶原酶,进一步加重真皮结缔组织破坏,使血管失去纤维支