

# 化妆品防腐剂的研究进展、挑战与未来趋势

蒲云月, 张云

(苏州绿叶日用品有限公司, 江苏苏州, 215151)

DOI:10.61369/CDCST.2026010029

摘要

本文系统梳理了传统防腐剂的局限性及全球监管趋势, 重点分析了天然来源防腐等效剂、新型化学“防腐剂”、物理防腐技术及多元复配体系等新型防腐策略的研究进展。同时, 探讨了当前行业在安全性评估、法规滞后及消费者认知等方面面临的主要挑战, 并对未来的绿色化、智能化及法规协同化发展方向进行了展望。

**关键词:** 化妆品防腐剂; 安全性; 天然防腐剂; 防腐体系; 法规; 研究进展

**作者简介:** 蒲云月, 硕士研究生, 高级工程师, 现就职于苏州绿叶日用品有限公司, 从事化妆品产品分析及功效评价工作; E-mail:yunyue.pu@szgreenleaf.com。



蒲云月

○

化妆品是微生物生长的理想培养基, 其富含的水分、油脂、蛋白质等成为细菌、霉菌和酵母的繁殖提供了必要条件<sup>[1]</sup>。为防止产品在使用及储存过程中受到微生物污染, 从而引发产品变质及消费者健康风险(如皮肤感染、过敏等), 在化妆品中添加防腐剂是保障产品安全的重要手段<sup>[2]</sup>。

然而, 随着消费者对“无添加”“零防腐”产品的追求日益增强, 以及部分传统防腐剂(如尼泊金酯类、甲基异噻唑啉酮等)的安全性争议不断<sup>[3,4]</sup>, 化妆品防腐剂的发展正面临前所未有的挑战。如何在确保产品安全的同时, 回应消费者的健康诉求, 已成为行业亟待解决的核心问题。

理想的防腐剂应具备广谱高效、安全性高、稳定性好、配伍性佳、无色无味及成本合理等特性<sup>[5]</sup>。当前, 化妆品防腐剂的研究重点已从单一追求高效广谱抗菌, 转向开发更安全、更温和且符合“绿色、天然”消费理念的新型防腐体系<sup>[6]</sup>。本文系统梳理了该领域的最新研究进展, 并展望其未来发展方向。

## 1. 传统防腐剂及其监管现状

### 1.1 主要传统防腐剂类别与应用

#### 1.1.1 尼泊金酯类

尼泊金酯类是全球范围内应用最广泛的防腐剂之一, 其化学结构为对羟基苯甲酸的酯化衍生物。常见种类包括甲酯、乙酯、丙酯、丁酯等, 其抗菌活性随烷基链长度的增加而增强(丁酯 > 丙酯 > 乙酯 > 甲酯)<sup>[7]</sup>。由于在低浓度下(通常为0.01%~0.3%)即可有效抑制霉菌、酵母菌和细菌, 尼泊金酯成为众多水基和油基产品的首选防腐方

案。然而, 自2004年Darbre等报道, 在乳腺癌组织中检测到尼泊金酯残留后, 其潜在的类雌激素活性引发广泛争议<sup>[8]</sup>。尽管后续多项评估认为, 在规定浓度下使用含尼泊金酯的化妆品对消费者是安全的, 但公众疑虑仍未消除。自2014年起, 欧盟法规(EC)No 1223/2009限制尼泊金丙酯、丁酯及其盐类在单独使用时浓度不得超过0.14%, 混合使用时总浓度亦不得超过0.14%, 并禁止其在3岁以下儿童尿布区的驻留类产品中使用<sup>[9]</sup>。中国《化妆品安全技术规范》(2015年版)也参考欧盟法规, 对尼泊金酯的使用种类和浓度做出了相应规定<sup>[2]</sup>。

#### 1.1.2 甲醛释放体类

甲醛释放体类防腐剂是一类通过缓慢释放微量甲醛以实现杀菌防腐的化合物, 因其广谱、高效的抗菌性能, 被广泛应用于个人护理产品中。该类防腐剂并非直接以甲醛形式存在, 而是在水相体系中通过水解等机制持续释放微量甲醛, 从而提供长效抗菌保护<sup>[10]</sup>。然而, 甲醛被国际癌症研究机构列为1类人类致癌物, 其潜在的皮肤致敏性和健康风险使得该类防腐剂的应用备受争议<sup>[11-12]</sup>。中国《化妆品安全技术规范》(2022年版)规定, 化妆品中游离甲醛的浓度不得超过0.2%, 且当成品中甲醛浓度超过0.05%时, 必须在标签上标注“含甲醛”<sup>[13]</sup>。欧盟化妆品法规EC No 1223/2009不仅限定了游离甲醛浓度, 还对部分甲醛释放体的使用浓度和条件做出了更严格的限制。

#### 1.1.3 异噻唑啉酮类

异噻唑啉酮类防腐剂自20世纪70年代问世以来, 凭借其广谱、高效、易降解等优点, 成为全球用量最大的防腐剂种类之一<sup>[14]</sup>。然而, 随着其应用范围的扩大, 该类防腐剂引起的过敏性接触性皮炎病例逐年增多, 大量临床研

究和病例报告证实：异噻唑啉酮类，特别是甲基异噻唑啉酮，是强致敏原<sup>[15,16]</sup>。体外细胞实验表明，该类化合物具有一定的细胞毒性<sup>[17-18]</sup>。欧盟于2016年禁止MIT在驻留型化妆品中使用，并于2017年将淋洗型产品中的限用浓度从0.01%降至0.0015%<sup>[19]</sup>。中国《化妆品安全技术规范》(2022年版)也已对MIT的使用范围和浓度做出了严格限制。

## 1.2 全球法规监管趋势

### 1.2.1 欧盟

欧盟凭借其附录V(准用防腐剂清单)建立了全球最为严格的监管体系。该清单不仅明确规定了每种防腐剂的使用范围和最大浓度，还持续进行动态更新。据欧盟化妆品成分数据库统计，附录V防腐剂清单目前仅保留约50余种允许使用的物质，并附有严格的使用条件和警示语要求。欧盟消费者安全科学委员会持续对列入附录V的物质进行再评估，近年来最显著的变化是针对MIT和MCI的监管收紧。

### 1.2.2 中国

中国《化妆品安全技术规范》(2015年版)及其后续修订案构建了以“准用防腐剂清单”为核心的管理模式。该清单共收录51项(截至2023年)准用防腐剂，与欧盟附录V高度相似。2022年的修订中，参考欧盟法规，将MIT在冲洗型化妆品中的限量由0.01%收紧至0.0015%，并禁止用于驻留型产品<sup>[20]</sup>。自《化妆品监督管理条例》(2021年)实施以来，中国强制要求产品注册或备案时提交基于产品配方的安全评估报告，这对防腐剂的风险评估提出了更高要求<sup>[21]</sup>。

### 1.2.3 美国

美国食品药品监督管理局对化妆品成分的监管基于《联邦食品、药品和化妆品法案》，其模式与欧亚有所不同。FDA未设立类似于欧盟附录V或中国《化妆品安全技术规范》(2022年版)的“准用防腐剂正面清单”，原则上，除法规明确禁止或限制使用的少数物质外，企业可自行决定使用其他防腐剂。这种模式更依赖于行业的自我监管和消费者的诉讼风险，导致了与欧亚市场在配方策略上的显著差异。

总体而言，全球监管环境正趋于统一和严格，客观上推动了化妆品行业加速淘汰高风险传统防腐剂，并积极寻求更安全、更温和的替代方案。

## 2. 新型防腐体系的研究进展

### 2.1 天然及天然来源防腐剂

#### 2.1.1 植物精油类

植物精油是植物源防腐剂中研究最广泛、效果最显著的一类。

肉桂精油的主要活性成分为肉桂醛，对细菌和霉菌均有良好效果。研究表明，其对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的最低抑菌浓度分别为0.02% (v/v) 和0.04% (v/v)<sup>[22]</sup>。在面霜配方中添加0.3%的肉桂精油，能有效通过挑战性测试。

茶树精油的主要活性成分为松油烯-4-醇，对革兰氏阳性菌和真菌表现出强抑制作用。研究证实，0.5%的茶树精油对痤疮丙酸杆菌的抑制率超过99.9%<sup>[23]</sup>。

百里香精油富含百里香酚和香芹酚，其对黑曲霉和白色念珠菌的MIC值在0.05%~0.1%之间，抗菌谱广，效力强<sup>[24]</sup>。

#### 2.1.2 植物提取物类

迷迭香提取物富含鼠尾草酸、迷迭香酚等酚类二萜，兼具抗氧化和抗菌性能。研究表明，其在0.1%的添加量下，即可有效抑制枯草芽孢杆菌<sup>[25]</sup>。

厚朴树皮提取物中的厚朴酚与和厚朴酚对革兰氏阳性菌，特别是痤疮丙酸杆菌和耐甲氧西林金黄色葡萄球菌有强烈抑制作用<sup>[26]</sup>。

黄连提取物中的小檗碱等生物碱对革兰氏阳性菌和真菌有显著抑制作用，MIC值通常在10~50 μg/mL范围内<sup>[27]</sup>。

植物源防腐剂在实际应用中仍面临成分复杂、稳定性差、气味与颜色干扰、用量与成本较高以及标准化与法规问题等挑战。

#### 2.1.3 微生物发酵产物

ε-聚赖氨酸是由白色链霉菌等微生物代谢产生的一种同型单体聚合物，具有良好的水溶性和热稳定性。研究表明，ε-聚赖氨酸对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和黑曲霉均表现出强烈的抑制作用<sup>[28]</sup>。在实际应用中，常与甘氨酸、溶菌酶等复配使用，以拓宽抗菌谱并降低使用浓度。

纳他霉素由纳塔尔链霉菌产生，能够高效、专一地抑制酵母菌和霉菌<sup>[29]</sup>。其水溶性和光稳定性较差，常通过微胶囊化技术或其他水溶性防腐剂复配来克服这一缺点。

溶菌酶广泛存在于鸡蛋清、人体泪液和唾液中，目前主要通过微生物发酵进行商业化生产。研究表明，在pH：5.0~7.0和温度低于50°C条件下，溶菌酶能保持较高活性<sup>[30]</sup>。

微生物源防腐剂优势明显，但仍面临成本较高、抗菌谱有限、稳定性问题及法规限制等挑战。

## 2.2 新型合成防腐剂

### 2.2.1 乙基己基甘油

乙基己基甘油是一种多功能的润肤剂和增效剂，其本身具有中等程度的抗菌活性，但更重要的作用在于其“增效”功能。研究表明，乙基己基甘油能够破坏微生物细胞膜结构，增加膜通透性，从而增强其他防腐剂的杀菌作用<sup>[31]</sup>。将0.5%的乙基己基甘油与0.3%的苯氧乙醇复配，抗菌效果显著提升，同时降低了潜在刺激性<sup>[32]</sup>。临床安全性测试表明，其致敏率极低<sup>[33]</sup>。

### 2.2.2 1,2-烷基二醇（1,2-己二醇/1,2-戊二醇）

1,2-己二醇和1,2-戊二醇属于小分子多元醇，兼具保湿与防腐功能。它们主要通过渗透进入微生物细胞，干扰其生理生化过程，抑制酶活性和破坏蛋白质结构，从而导致细胞死亡<sup>[34]</sup>。研究表明，在特定浓度下，二者表现出广谱抗菌活性<sup>[35]</sup>。在挑战性测试中，含有1.5%1,2-己二醇和0.5%1,2-戊二醇的护肤配方可作为完整的自防腐体系<sup>[36]</sup>。

### 2.2.3 对羟基苯乙酮

对羟基苯乙酮是一种存在于菊科植物中的天然物质，也可通过合成获得，兼具抗氧化和防腐性能。其对微生物的作用类似于“质子载体”，能够瓦解细胞膜上的质子梯度，破坏细胞的能量代谢<sup>[37]</sup>。研究显示，0.5%的对羟基苯乙酮与0.7%的苯氧乙醇复配后，其抗菌效能等同于或优于1.0%的单一苯氧乙醇，同时显著降低了体系的刺激性<sup>[38]</sup>。人体安全性测试表明，其具有良好的皮肤耐受性。

## 2.3 物理防腐技术与包装创新

### 2.3.1 物理防腐技术

高压处理技术可在常温或较低温度下对产品施加100~1000 MPa压力，破坏微生物细胞结构，有效杀灭细菌、酵母菌和霉菌，尤其适用于高端天然护肤品<sup>[39]</sup>。

辐照技术利用 $\gamma$ 射线或电子束对原料或包装材料进行照射，直接破坏微生物DNA，效果彻底且无化学残留，但消费者接受度及对产品基质的潜在影响是其推广应用的主要挑战。

热处理技术通过精确控制温度和时间杀灭绝大多数腐败菌和致病菌，最大限度地保留产品稳定性与活性，但对极端耐热菌效果有限。

紫外线与脉冲强光技术通过破坏微生物核酸结构或进行光热和光化学双重打击，实现快速、无残留杀菌，但穿透力较弱，不适合处理不透明或深层产品<sup>[40]</sup>。

### 2.3.2 包装系统创新

无菌灌装系统要求在无菌环境下将经过灭菌处理的产品灌入无菌包装容器中，并在无菌条件下完成密封，可完全免除产品中添加化学防腐剂的需要<sup>[41]</sup>。

空气净化包装通过内置微型过滤器和单向阀门，阻止外部带菌空气回流，有效保持产品在使用后期的纯净度。

自防腐包装材料通过添加或表面复合具有抗菌功能的物质（如银离子、锌离子、二氧化钛等），持续释放抗菌因子，抑制微生物生长<sup>[42]</sup>。

防污染内料设计与一次性包装通过改进配方质地或采用一次性安瓶、单次用量胶囊等设计，减少产品与手、空气的接触，从源头上杜绝污染<sup>[43]</sup>。

### 2.3.3 物理防腐与包装创新的协同效应

单一的物理防腐或包装创新往往存在局限性，未来的发展趋势是二者深度融合与协同应用。例如，将经过高压处理的精华液在无菌灌装线上灌入带有空气净化泵头的容器中，构建多层次、全链路的防护体系，在不依赖或仅依赖极低剂量化学防腐剂的情况下，为消费者提供极致安全、温和且高品质的产品。

## 2.4 多元复配防腐体系

多元复配防腐体系通过将两种或多种不同作用机制的防腐成分科学配伍，利用协同效应，在降低各组分用量的同时，实现更高效、更安全的防腐保障。协同效应主要源于不同防腐剂作用于微生物的不同生理环节、一种成分增强另一种成分的渗透性或活性，以及降低微生物耐药性风险。

行业需引导消费者正确理解“无添加”宣称，其通常指“无添加《化妆品安全技术规范》准用防腐剂清单中的某些传统高风险物质”，而非绝对无防腐。产品实际采用的是新型化学物质、天然提取物或物理技术构成的多元复配防腐体系，其安全性建立在科学配伍和严格测试的基础上。

## 3. 挑战与展望

### 3.1 当前面临的主要挑战

#### 3.1.1 原料功能定位与法规分类的错位

当前全球主流化妆品监管体系普遍采用“准用防腐剂清单”管理模式，虽便于统一监管，却未能充分识别原料

的多功能性及风险差异性。例如，乙基己基甘油、1,2-烷基二醇等原料，虽在体系中表现出辅助抑菌作用，但其主要功能定位为保湿剂、抗氧化剂，且具备长期安全使用历史与充分的毒理学数据支持。将这些低风险原料与甲基异噻唑啉酮等高风险防腐剂同列清单管理，不仅增加企业合规负担，也模糊了监管重点。建议未来监管框架引入“功能分类+风险评估”双轨制，对安全性明确的辅助原料设立“自防腐体系成分”类别，实施简化管理或备案豁免，从而在保障安全的前提下释放配方创新空间。

### 3.1.2 安全性评估的长期性与复杂性

随着新型防腐策略的兴起，安全性评估面临新的挑战。许多天然来源防腐剂（如复合植物提取物）成分复杂，其长期使用的系统性毒性、光毒性、以及与配方中其他成分相互作用产生未知副产物的潜在风险，尚缺乏像传统单一化学防腐剂那样经过数十年市场应用和流行病学调查验证的充足数据。对于通过物理技术改造（如纳米化）的防腐成分，其生物利用度、皮肤渗透性及潜在的长期生物效应也需要全新的评估方法。这要求行业投入更多资源进行前瞻性的毒理学研究，并开发适应复杂体系的安全评估模型。

### 3.1.3 功效、稳定性与成本的综合平衡

多数天然防腐剂及部分新型合成原料（如  $\epsilon$ -聚赖氨酸）的生产成本显著高于传统化学防腐剂。为实现等效的抗菌保障，往往需要更高的添加量，这不仅进一步推高了配方成本，还可能对产品的质地、肤感、色泽和长期稳定性产生不利影响。例如，某些植物精油气味浓烈，高剂量添加可能影响产品香型；部分提取物存在颜色或 pH 敏感问题。如何在确保防腐功效和产品稳定性的前提下，控制成本并维持良好的用户体验，是配方技术面临的现实挑战。

### 3.1.4 法规更新滞后于技术创新

全球化妆品法规的修订通常是一个审慎而漫长的过程。将一种全新的防腐成分纳入准用清单，需要经过复杂的安全性评价、数据提交和行政审批，耗时且成本高昂。这导致许多有潜力的创新型防腐原料或体系在较长时间内处于法规的“灰色地带”，企业使用面临不确定性，从而抑制了技术成果的快速转化和市场应用。监管的滞后性与行业创新的快速迭代之间存在矛盾，亟需探索更灵活、高效的合规路径，例如对具有充分安全数据的新型原料实施备案制管理，或建立基于企业信誉的“负面清单+安全承诺”试点模式。

### 3.1.5 消费者认知误区与市场教育困境

部分市场营销过度渲染了“化学成分”的风险，导致

消费者对“防腐剂”产生泛化的恐惧和“妖魔化”认知。许多消费者未能理解“剂量决定毒性”的基本原则，亦不清楚“无添加（某些传统防腐剂）”不等于“无防腐功能”，更不等于“绝对安全”。这种认知误区可能驱使消费者盲目选择未经充分防腐保护的产品，反而增加微生物污染的风险。纠正这一误区，需要行业、监管机构和科学界协同开展长期、系统的公众科普，引导消费者建立科学、理性的产品安全观，理解现代化防腐体系在保障产品安全方面的核心价值。

## 3.2 未来发展趋势

### 3.2.1 绿色化与可持续化的深度发展

未来防腐剂的绿色化将超越单纯使用天然来源原料，向“可持续设计”与“循环利用”纵深发展。研究重点包括：（1）农业与食品加工业副产物的高值化利用，如果皮、籽渣、茶叶残渣等富含多酚、有机酸的废弃物，通过绿色提取技术（如超声辅助、低共熔溶剂萃取）获取抗菌活性成分，实现资源循环；（2）合成生物学技术的精准应用，通过基因编辑改造微生物细胞工厂，高效合成特定抗菌肽（如乳酸链球菌素类似物）或植物源抗菌化合物（如白藜芦醇），提升生产效率和纯度，降低对天然资源的依赖与生态压力；（3）可生物降解的载体系统开发，例如利用壳聚糖、纤维素衍生物等天然高分子包裹防腐活性物，在使用后能在环境中自然降解，减少累积生态风险。

### 3.2.2 技术创新赋能的精准与高效

纳米技术、微胶囊化及新型递送系统将成为提升防腐性能与安全性的核心技术。（1）纳米载体的精准递送与控释：通过脂质体、纳米乳或固体脂质纳米粒包裹精油、多酚等易降解活性物，不仅显著提高其在水相体系中的溶解性与稳定性，还可实现缓释或靶向作用于微生物富集区域，延长有效作用时间，减少对皮肤菌群的干扰。（2）仿生防腐系统的构建：受生物膜或天然抗菌肽结构的启发，设计具有两亲性结构的仿生分子，使其能智能识别并破坏微生物细胞膜，而对人体细胞膜作用温和，提升防腐选择性。（3）物理技术的集成创新：将紫外 LED、低温等离子体等新型物理灭菌技术与在线监测传感器结合，开发适用于生产线或包装环节的“即时净化”模块，为不耐热活性成分提供无化学残留的防腐前处理方案。

### 3.2.3 智能化防腐系统的动态响应

未来的防腐体系将从“持续释放”向“按需释放”的智能化方向发展。研究热点在于开发环境响应型释放系统：

(1) 微生物响应型：利用微生物代谢产生的特定酶（如脂肪酶、蛋白酶）或酸性环境作为触发信号，设计酶解性或 pH 敏感型微胶囊，仅在微生物存在时破裂并释放抗菌剂，极大提高防腐效率并降低日常暴露剂量。(2) 氧化还原响应型：某些感染或污染部位微环境存在氧化应激，可设计基于硫醇或硒元素的响应性聚合物载体，在氧化条件下结构变化并释放包裹的抗菌成分。(3) 智能包装的联动控制：在包装内集成时间-温度指示器或微生物生长传感器，当检测到风险参数超标时，自动激活包装内层的抗菌涂层或释放微量气态防腐剂（如二氧化氯），实现动态防护。

### 3.2.4 法规协同化与科学监管体系的构建

为应对技术快速迭代，全球监管协同将不仅限于清单统一，更趋向于建立基于风险、灵活透明的科学监管框架。(1) 推行“实质等同”与“分类管理”原则：对于结构与已知安全成分高度相似、或作用机制温和的新型原料，可借鉴食品领域“实质等同”原则加速评估；同时，明确区分“风险型防腐剂”与“功能辅助型原料”，对后者建立简化的备案或通报程序。(2) 认可新型安全评估方法：逐步采纳体外3D皮肤模型、器官芯片、毒理基因组学等新方法学数据，用于支持复杂天然混合物或新作用机制原料的安全性评价，缩短评估周期。(3) 加强国际数据互认与合作：依托ICCR等平台，推动建立“全球化妆品原料安全信息共享机制”，实现各国安全性报告、市场监测数据及不良反应信息的互通互认，减少重复评估，为创新成分提供跨国科学背书，促进行业健康有序发展。

## 4. 结语

化妆品防腐剂的发展历程，是从追求单一成分高效杀菌，到构建多元、协同、安全防腐体系的演进过程。在可预见的未来，防腐剂仍然是保障化妆品安全和品质不可或缺的组成部分。未来的方向并非不切实际地追求“零防腐”，而是通过持续的科技创新，融合化学、生物学、材料科学和包装工程等多学科知识，构建更安全、更温和、更智能、更可持续的现代化防腐体系。为此，需要加强产学研合作，加速完善新型防腐剂的安全性与功效性评价体系，同时积极开展公众科普，引导消费者建立科学、理性的认知，共同推动行业的健康发展。

## 参考文献

- [1] 何小平,李忠伟,刘玮. 化妆品微生物学与微生物控制技术 [M]. 北京:化学工业出版社,2018:45-48.
- [2] 国家药品监督管理局. 化妆品安全技术规范(2015年版)[S]. 北京:中国标准出版社,2015.
- [3] SCCS (Scientific Committee on Consumer Safety). Opinion on Parabens[S]. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021: SCCS/1624/2020.
- [4] BILAL M, IQBAL H M N, BARCELO D. Mitigating the risk of methylisothiazolinone contact allergies in cosmetic products: A science-based review[J]. Journal of Cosmetic Dermatology, 2020, 19(1): 100-107.
- [5] 董银卯,孟宏,邱显荣. 化妆品配方设计7步 [M]. 北京:化学工业出版社,2019:112-115.
- [6] 唐健,王敏. 绿色化妆品防腐剂的研究进展与发展趋势 [J]. 日用化学工业,2022, 52(1): 54-61.
- [7] SONI M G, CARABIN I G, BURDOCK G A. Safety assessment of esters of p-hydroxybenzoic acid (parabens)[J]. Food and Chemical Toxicology, 2005, 43(7): 985-1015.
- [8] DARBRE P D, ALJARRAH A, MILLER W R, et al. Concentrations of parabens in human breast tumours[J]. Journal of Applied Toxicology, 2004, 24(1): 5-13.
- [9] Scientific Committee on Consumer Safety. Opinion on parabens[R]. SCCS/1348/11, 2011.
- [10] BOTTENBERG P, DEL CASTILHO A, DE MUYNCK C, et al. Formaldehyde-releasing preservatives in cosmetics: an update on their chemistry, safety and regulation[J]. International Journal of Cosmetic Science, 2018, 40(5): 425-435.
- [11] ZACHARIAE C, ENGELSKJON T, MENNÉ T, et al. Formaldehyde allergy and exposure to formaldehyde-releasing biocides: a clinical study[J]. Contact Dermatitis, 2003, 49(3): 124-128.
- [12] DEKOVEN J G, WARSHAW E M, BELSTIO D V, et al. North American Contact Dermatitis Group patch test results: 2015-2016[J]. Dermatitis, 2018, 29(6): 297-309.
- [13] 国家药品监督管理局. 化妆品安全技术规范 [S]. 2022.
- [14] 张宏伟,王静,孙鹏. 工业杀菌剂异噻唑啉酮类化合物的应用与发展 [J]. 工业水处理,2010, 30(5): 1-5.
- [15] ESSCA. The European Surveillance System of Contact Allergies (ESSCA): results of patch testing the standard series, 2009-2012[J]. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 2015, 29(9): 1781-1789.
- [16] 王学民,李静,谈益妹,等. 甲基异噻唑啉酮致面部接触性皮炎1232例斑贴试验结果分析 [J]. 中华皮肤科杂志,2016, 49(5): 341-344.
- [17] BRUZE M, ENGFELDT K, GOOSSENS A, et al.

- Methylisothiazolinone: the rise and fall of a contact allergen[J]. Contact Dermatitis, 2014, 71(2): 65–71.
- [18] DU S, LI H, CUI Y, et al. Methylisothiazolinone induces apoptosis in HaCaT cells via ROS-mediated mitochondrial pathway[J]. Journal of Applied Toxicology, 2019, 39(6): 844–854.
- [19] LI H, YUAN Y, FU H, et al. Methylisothiazolinone induces neurotoxicity in HT-22 cells by triggering MIEF1-related mitochondrial fission and activation of the mitochondrial apoptosis pathway[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2021, 208: 111607.
- [20] 国家药品监督管理局. 国家药监局关于发布《化妆品安全技术规范(2022年版)》的公告(2022年第36号)[EB/OL]. (2022-04-25)[2023-10-27].
- [21] 国务院. 化妆品监督管理条例:中华人民共和国国务院令第727号[A/OL]. (2020-06-29)[2023-10-27].
- [22] 王丽,张伟,李强. 肉桂精油及其主要成分的抗菌活性研究[J]. 食品工业科技,2019,40(12): 115–119, 125.
- [23] HAMMER K A, CARSON C F, RILEY T V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts[J]. Journal of Applied Microbiology, 1999, 86(6): 985–990.
- [24] 刘洋,陈卫东,郭晓晖. 百里香精油化学成分及其抗真菌活性研究[J]. 中国药学杂志,2018,53(5): 353–357.
- [25] 赵静,李明,高飞. 迷迭香提取物的化学成分及其在化妆品中的防腐抗氧化协同作用[J]. 香料香精化妆品,2021(2): 45–49.
- [26] 陈志强,刘红梅,谢丽霞. 厚朴酚对痤疮丙酸杆菌的抗菌活性及其机制初探[J]. 中国药学杂志,2017,52(14): 1257–1261.
- [27] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 2020版. 北京:中国医药科技出版社,2020:315–316.
- [28] 李宏伟,王静,孙宝国.  $\epsilon$ -聚赖氨酸在化妆品中的防腐应用研究[J]. 日用化学工业,2019,49(7): 456–461.
- [29] 王磊,陈卫,张灏. 纳他霉素与 $\epsilon$ -聚赖氨酸复配在精华液中的防腐效果评价[J]. 香料香精化妆品,2020(4): 65–69.
- [30] 张丽媛,董霞,谢静莉,等. 微生物源溶菌酶的发酵生产及其在化妆品中的防腐性能研究[J]. 工业微生物,2018,48(2): 1–7.
- [31] BORNHÖFT M, HIROU S, RICHTER D, et al. Ethylhexylglycerin: a multifunctional ingredient for personal care[J]. SOFW Journal, 2008, 134(5): 42–48.
- [32] 张伟,李静,王磊. 乙基己基甘油与苯氧乙醇复配体系的协同抗菌作用研究[J]. 日用化学工业,2015,45(10): 571–574.
- [33] SCIENTIFIC COMMITTEE ON CONSUMER SAFETY (SCCS). Opinion on ethylhexylglycerin[S]. Luxembourg: European Commission, 2013.
- [34] AULBACH R H, MITTAG H, KUMAR A. 1,2-Alkanediols: a novel class of cosmetic preservatives[J]. Cosmetics & Toiletries, 2009, 124(11): 61–66.
- [35] GEIS P A, THORNE M T, KURTZ W J. Antimicrobial activity of 1,2-alkanediols[J]. Cosmetics & Toiletries, 2010, 125(12): 63–70.
- [36] 刘晓慧,陈华. 1,2-己二醇与1,2-戊二醇在化妆品中的防腐应用研究[J]. 香料香精化妆品,2017(4): 55–58.
- [37] PAPAGEORGIOU S, VARVARESOU A, TSIRIVAS E, et al. New preservative systems for cosmetics and toiletries[J]. Cosmetics, 2014, 1(4): 220–232.
- [38] MEYER F, EBERLEIN B, KREFT D. Phenoxyethanol and hydroxyacetophenone: a synergistic preservative blend[J]. Cosmetics & Toiletries, 2012, 127(3): 186–192.
- [39] 王小雨,刘伟,陈志强. 超高压技术在功能性化妆品制备中的应用研究[J]. 食品与机械,2019,35(7): 214–218.
- [40] GÓMEZ-LÓPEZ V M, RAGAERT P, DEBEVERE J, et al. Shelf-life extension of minimally processed carrots by gaseous chlorine dioxide[J]. International Journal of Food Microbiology, 2007, 116(2): 221–227.
- [41] 蔡良根. 无菌制剂生产与质量控制[M]. 北京:中国医药科技出版社,2017:145–150.
- [42] APPENDINI P, HOTCHKISS J H. Review of antimicrobial food packaging[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2002, 3(2): 113–126.
- [43] 刘晓曼,赵一凡. 化妆品包装的防污染设计研究[J]. 包装工程,2021,42(14): 178–183.

## Research Progress, Challenges, and Future Trends of Cosmetic Preservatives

Pu Yun-yue, Zhang Yun

(Suzhou Greenleaf Daily Commodity Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu 215151)

**Abstract :** This paper systematically reviews the limitations of traditional preservatives and global regulatory trends, with an emphasis on recent advances in novel preservation strategies, including naturally derived preservatives, new chemical preservatives, physical preservation technologies, and multi-component composite systems. Furthermore, it discusses the main challenges currently facing the industry, such as safety assessment, regulatory delays, and consumer awareness, and offers insights into future directions, including the development of green and intelligent preservation technologies, as well as regulatory harmonization.

**Keywords :** cosmetic preservatives; safety; natural preservatives; preservation systems; regulations; research progress