

高效液相色谱法在化妆品检测中的应用

孙宇菲*

(西安外事学院医学院, 西安 710077)

摘要: 随着现代医药科技的不断进步, 化妆品检验作为确保化妆品质量与安全性的关键环节, 正迎来新的挑战与机遇。在这一背景下, 高效液相色谱法作为一种强大的分析工具, 逐渐在化妆品检验领域崭露头角。其卓越的分离能力、高灵敏性以及快速高效的分析速度, 使其在检测化妆品中复杂成分、微量杂质以及保证化妆品合格率方面展现出独特的优势。鉴于此, 本文叙述了高效液相色谱法的基本概念, 简要说明高效液相色谱法在化妆品检验中的应用现状, 最后对高效液相色谱法在化妆品检验中的应用展望进行分析, 为高效液相色谱法在化妆品检测中的应用提供借鉴价值。

关键词: 高效液相色谱法; 化妆品检验; 技术分析

0 引言

化妆品通常包含多种化学成分, 包括活性成分、防腐剂、香料、色素、稳定剂等。这些成分可能对皮肤有不同的影响, 包括潜在的刺激性、过敏性或毒性。因此, 准确检测和量化这些成分对于确保化妆品的安全性和有效性至关重要。随着人们对化妆品安全性关注的增加, 许多国家和地区都制定了严格的法规来监管化妆品的成分和生产过程。高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)作为一种精确的分析工具, 可以帮助化妆品制造商和监管机构确保产品符合相关法规要求。随着HPLC技术的快速发展, 其在化妆品检验工作中已经展现出较大优势^[1]。因此, 有关技术人员应该充分了解HPLC的技术要点和内涵, 主动将其应用到实际的化妆品检验工作中, 了解其优势, 提高应用效率。本文旨在综述当前HPLC在化妆品检测中应用的最新研究进展, 为其在化妆品检测中进一步应用提供参考。

1 HPLC在化妆品检验中的优势

HPLC具有多方面的应用优势, 不仅溶质分离的时间快、效率高, 而且灵敏性强, 能够敏锐且快速地分析处于高沸点、但是物理状态并不稳定的物质。从溶质分离的角度进行分析, HPLC和传统的液相色谱技术本身具有一定的相似之处, 与经典液相色谱技术相比, HPLC增加了高

压输液泵和检测仪器来提高检测效率, 在保留传统技术优势的基础上, 实现优势互补。

现在市面上对于化妆品产品功效的要求不断提高, 既要化妆品能做好美白防晒, 又要做到祛斑祛痘, 而化妆品直接和人们的皮肤相接触, 任何成分出现问题, 都有可能造成反作用, 损伤皮肤。

HPLC在化妆品检验中的优势体现在其卓越的分离能力。该技术利用液相作为分离介质, 通过调整流动相的成分, 能够有效地分离化妆品中的各种成分。相比于传统的色谱法, 首先, HPLC在分离复杂混合物时表现出更高的分辨率, 使得即便是微量成分也能被准确检测。这对于化妆品检验而言至关重要, 因为化妆品中可能含有多种成分, 而HPLC卓越的分离能力能够确保每个成分都得到精确测定^[2]。其次, HPLC在化妆品检验中展现出的高灵敏性也是其独特的优势之一。通过使用精密的检测仪器和灵敏的检测方法, HPLC能够检测到极低浓度的化合物, 这对于寻找化妆品中的微量杂质或确保化妆品含量的准确性至关重要。最后, HPLC在化妆品检验中的应用现状中表现出的高效性和快速性也是其优势之一。传统的色谱方法可能需要较长时间来完成分析, 而HPLC通过采用高流速和优化的柱技术, 大大缩短了分析时间。这种高效性对于化妆品生产过程中的实时监控和迅速响应问题具有重要意义。快速的分析速度不仅提高了生产效率, 还有助于及时调整生产工艺, 确保化妆品的合格率和市场上的竞

* 通信作者: 孙宇菲, 实验师, 研究方向为美容。E-mail: 171135908@qq.com

争力^[3]。

2 HPLC 在化妆品检验中的应用现状

2.1 应用普及现状

在化妆品检验领域，HPLC 的普及程度正逐步提升。大型化妆品企业和专业检测机构，由于具备充足的资金、技术和人才支持，已将 HPLC 广泛应用于日常的产品质量检测中^[4]。这些机构配备先进的 HPLC 设备，拥有专业技术人员进行操作和数据分析，能够快速、准确地完成各类化妆品的检测任务，确保产品符合相关标准。然而，一些小型化妆品企业受限于资金和技术实力，尚未全面引入该方法。部分小型企业仍采用传统检测方法，或依赖外部检测机构进行产品检验，一定程度上限制了 HPLC 在整个行业的普及速度。总体而言，尽管该方法在化妆品检验领域的应用日益广泛，但在不同规模企业间的普及程度仍存在差异^[5]。

2.2 面临挑战

HPLC 在实际应用中面临着诸多挑战。首先，样品前处理过程较为复杂。化妆品成分复杂多样，在进行检测前，需要对样品进行提取、净化、浓缩等一系列前处理操作，以去除杂质干扰，保证检测结果的准确性。其次，检测成本较高。高效液相色谱仪价格昂贵，购置一台性能较好的仪器需要数十万元甚至更高^[6]。此外，仪器的维护、保养以及运行所需的耗材，如色谱柱、流动相试剂等，都增加了成本。再者，对操作人员要求高。HPLC 需要专业技术人员操作和维护，不仅要熟悉仪器的性能和操作流程，还要具备扎实的化学分析知识和数据处理能力，培养这样的人才需要耗费大量的时间和精力。

3 HPLC 在化妆品检测中的具体应用

HPLC 属于色谱分析法的一种，基于经典液相色谱，当处于高压环境下，待分离物质处于固定相、流动相，在两相之间不断交换、变动，并能够应用溶质形成强有效的排阻作用，进而完成溶质分离的应用效果，在化妆品检测中有更为广泛的应用^[7]。

3.1 着色剂检测

着色剂检测是一种应用较为广泛的检测类别。为强化化妆品的着色度和遮盖度，一般会添加大量的合成色素，甚至还会添加大量明令禁止使用的色素。这些被禁止的色素自身毒性较高，长期使用很有可能造成畸形、癌变等问题。基于《化妆品卫生规范》^[8]，明确规定四类着色剂用量需要做好限制工作，合理考量化妆品参考用量，并能够切实避免出现化妆品着色剂超标的情况。事实上，在化妆品生产过程中，很容易出现着色剂超标的情况，通过应用

HPLC，可以直接完成着色剂的检测工作，通过净化、萃取等多个环节，完成二极管阵列检测器(DAD)检测、着色剂质量浓度系数测定。此外，还可以通过应用 ODS 柱一种常用的反相色谱柱固定相，常用十八烷基(ODS)键合相完成色素分离等，快速获取检测结果^[9]。

3.2 紫外线吸收剂检测

防晒类化妆品的防晒功效与防晒剂的添加量直接相关，但是由于紫外线吸收剂的稳定性能多变，许多化妆品生产商为了切实强化化妆品的防晒性能，往往会添加较多防晒剂。当防晒剂含量超标后，不但难以起到美白防晒的功效，反而会给人体造成一定危害，轻则皮肤粗糙，严重时甚至会增加致癌风险^[10]。由于紫外线吸收剂自身的化学结构性质，可以直接应用反相色谱柱完成分离。采用不同类别的紫外线吸收剂，极性也会存在较大差别，在此情况下，当展开检测工作时，需要合理选择色谱柱。随后，展开流动相的优化工作，流动相组成成分同样会直接影响分离效果和色谱峰峰形。通过应用 HPLC 技术，可以直接完成紫外线吸收剂的检测工作：以水 + 甲醇和水 + 乙腈为流动相体系，完成紫外线吸收剂的完全分离；运用乙腈洗脱，可以达到有效的检测分离效果^[11]。

3.3 美白祛斑剂检测

近些年来，各种化妆品都标榜拥有美白祛斑的功效，为抑制皮肤黑色素，纷纷添加美白祛斑成分，旨在提高产品竞争力和发展优势^[12]。但如果只是添加单一成分，很难发挥良好的美白祛斑效果，因此很多时候，都会联合使用多种美白祛斑剂，但过量使用，会引发系列不良反应，甚至会引发病变。美白祛斑产品自身的物质剂量也有所规范，其中明令禁止在产品中添加苯酚、氢醌等多种物质成分。在此情况下，则需要加强成分检测工作，避免在化妆品中出现各种有害物质。可以运用 HPLC 技术，借助 DBC18 色谱柱、以甲醇 + 水为流动相，完成成分分离，提高检测结果的精确性和稳定性^[13]。

3.4 卤代酚及丙烯酰胺检测

在化妆品中，卤代酚及丙烯酰胺也是检测工作重点，添加含量过高抑或长时间使用，都会对人体造成严重伤害，所以我国早在化妆品生产卫生规范中就对其提出禁止，指出不能够将硫氯酚、五氯苯酚、三氯苯酚应用于化妆品生产中。而整个检测工作，便可以通过 HPLC 技术完成。丙烯酰胺是一种经常使用的化妆品添加剂，其本身是由丙烯酰胺的单体聚合形成，属于不饱和酰胺，将其长期应用于化妆品中，将会对人体造成伤害^[14]。应用 HPLC 技术就可以直接检测丙烯酰胺物质的含量，通过应用丙酮超声提取检测物、用水溶解、固相萃取、净化。整个检测

流程简单，灵敏性强^[15]。

3.5 防腐剂检测

化妆品中通过添加防腐剂能够有效防止微生物的繁殖，稳定化妆品品质，一般可以将其划分为尼泊金酯类、醇类等多种类别，日常生活中经常能够看到的苯氧乙醇就是一种应用较为广泛的醇类防腐剂。氯苯甘醚在《欧盟化妆品卫生标准追踪》^[16]中就已明确规定，最高使用剂量为0.3%，如果添加含量过高，将会引发皮炎。在此情况下，氯苯甘醚被列为限制使用的化妆品防腐剂类别。而季铵盐由于其自身的危害性也被列为限制性防腐剂。应用HPLC技术检测防腐剂，能够更好地探析氯苯甘醚含量、季铵盐含量，规范其使用范围^[17]。

HPLC本身也有一定的方法局限性，在检测处理过程中，很容易出现流动相流型变化、色谱峰变宽的情况，分析成本和维持成本较高，需要不断加强技术研究，切实提高检测精确度^[18]。

4 结束语

综上所述，HPLC具有多方面的应用优势，可以广泛应用于化妆品着色剂、紫外线吸收物、美白祛斑剂、卤代酚及丙烯酰胺、防腐剂的检测工作中，对化妆品检测中HPLC运用情况展开分析具有至关重要的意义。HPLC在化妆品检验领域有着广阔的发展前景：一方面，与其他技术的联用将成为重要趋势。例如，与质谱技术联用形成高效液相色谱-质谱联用技术(HPLC-MS)，能够更准确地对化妆品中的成分进行定性和定量分析，大大提高检测的灵敏度和特异性，有助于发现一些新型的有害物质。另一方面，仪器的改进也在不断推进，随着科技的发展，高效液相色谱仪将朝着更高效、更灵敏、更智能化的方向发展。仪器的分析速度将进一步提高，能够在更短时间内完成检测任务。同时，仪器的自动化程度也会不断提升，减少人为因素对检测结果的影响，降低对操作人员专业技能的要求。这些发展趋势将进一步提升HPLC在化妆品检验中的应用水平，为保障化妆品质量和消费者权益提供更有力的支持。

参考文献

- [1] 黄琼. 高效液相色谱法在化妆品检测中的应用研究[J]. 中国化工贸易, 2020, 12(5): 133-136.
- [2] 赵峥嵘. 高效液相色谱-串联质谱法在化妆品违禁药物快速筛查中的应用[J]. 日用化学工业, 2021, 51(5):

463-467.

- [3] 卢端萍, 洪清玲, 程佳华, 等. 高效液相色谱法测定化妆品中13种 α -羟基酸的含量[J]. 中国卫生检验杂志, 2023, 33(22): 2716-2721.
- [4] 牛水蛟, 李秀慧, 王小兵, 等. 高效液相色谱法和串联飞行时间质谱法检测化妆品中依克多因[J]. 理化检验(化学分册), 2024, 60(6): 631-634.
- [5] 付慧, 张森. 高效液相色谱法测定化妆品中苯氧乙醇、4-羟基苯甲酸甲酯和4-羟基苯甲酸丙酯[J]. 环境卫生学杂志, 2024, 14(5): 448-452.
- [6] 袁莹莹, 乔亚森, 董亚蕾, 等. 化妆品中植物提取物的检测方法研究进展[J]. 中国食品药品监管, 2022, (10): 64-71.
- [7] 胡玉霞. 高效液相色谱法测定蓝莓提取物中花色苷含量的测量不确定度评定[J]. 现代食品, 2021, 29(23): 176-179.
- [8] 王似锦, 刘文杰, 高春. 关于《化妆品卫生规范》(2007年版)中菌落总数测定方法的探讨[J]. 香料香精化妆品, 2011, (4): 39-43.
- [9] 漆爱明, 刘恬言, 李杨杰. 建立HPLC方法测定化妆品中水杨酸添加剂的研究[J]. 广州化工, 2024, 52(23): 128-130, 151.
- [10] 黄媛媛, 王秀桥, 高平, 等. 化妆品中糖皮质激素检测方法研究进展[J]. 山东化工, 2023, 52(21): 165-167.
- [11] 曹利雅, 王俊丽. “化妆品检验与安全性评价”课程的思政教学改革与探索[J]. 产业与科技论坛, 2024, 23(10): 177-179.
- [12] 王闻, 安丰宝, 宫静榕. 论如何改进化妆品检验技术, 加强化妆品安全监管[J]. 中国公共安全, 2023, (4): 148-150.
- [13] 刘丽, 王常禹, 姜连阁, 等. 牙膏及化妆品检验中标准物质及其储备液的管理[J]. 口腔护理用品工业, 2022, 32(5): 12-17.
- [14] 蒋凤兵. 高效液相色谱串联质谱技术在化妆品检验中的应用[J]. 香料香精化妆品, 2023, (1): 116-119, 126.
- [15] 李婷婷. 微生物检验在化妆品检验中的应用[J]. 中外食品工业, 2021, (6): 80-81.
- [16] 孙波, 姚孝元, 王艳, 等. 欧盟化妆品卫生标准追踪[J]. 中国卫生检验杂志, 2008, 18(3): 573-576.
- [17] 马榕. 我国化妆品检验技术现状及发展趋势[J]. 百科论坛电子杂志, 2021, (5): 505.
- [18] 任仲丽. 浅析药品微生物限度检查和化妆品微生物检验的差异[J]. 中国检验检测, 2022, 30(4): 64-66.