

高效液相色谱法测定鲜地黄中梓醇含量的研究进展

张文娟^{1*}, 孙艳兰²

(1. 温县产品质量检验检测中心药品科, 焦作 454850; 2. 焦作市产品质量检验检测中心, 焦作 454150)

摘要: 高效液相色谱法 (high performance liquid chromatography, HPLC) 是一种广泛应用于药物分析及质量控制领域的技术, 在中药成分定量分析方面扮演着十分重要的角色。地黄是常见的中药材, 温县作为地黄道地产区, 鲜地黄产量连年增加, 为保证药材质量, 需严格把控各个生产环节。梓醇是鲜地黄的主要活性成分之一, 其具有抗炎、免疫调节及神经保护等多种药理作用。因此, 精确测定鲜地黄中梓醇的含量对于评估其药效和进行质量控制不可或缺。本文以综述形式探讨 HPLC 在测定鲜地黄中梓醇含量方面的应用进展, 明确梓醇作为鲜地黄主要活性成分的重要性, 以期为鲜地黄的质量控制提供依据, 并进一步推动 HPLC 在中药材成分分析领域的广泛应用。

关键词: 高效液相色谱法; 鲜地黄; 梓醇; 含量分析

0 引言

高效液相色谱法广泛应用于化学和生物分析, 因其高分离效率、灵敏度和准确性而受到青睐。HPLC 常用于中药材质量控制和成分分析, 特别是地黄有效成分的定量测定。地黄分为鲜、生、熟三种, 各有不同功效: 鲜地黄清热养阴、凉血止血; 生地黄清热凉血、养阴生津; 熟地黄滋补肝肾, 尤其擅长补血养阴。生地黄和熟地黄均源自鲜地黄。随着地黄种植范围的持续扩展, 为确保地黄品质, 精确测定鲜地黄中梓醇的含量, 已经成为一个迫切需要解决的议题。梓醇为鲜地黄的关键活性成分, 其含量的多少直接影响到鲜地黄的医疗价值和治疗效果。HPLC 为一种敏感度较高的成分分析技术, 在测定鲜地黄中梓醇含量方面展现出了明显的优势。通过持续改进测定方法和条件, 可以进一步提升梓醇含量的测定精确度和正确性, 为鲜地黄的品质控制提供更加坚实的技术支持^[1-2]。本文对 HPLC 在测定鲜地黄中梓醇含量方面的研究进展进行了分析概括, 以期为鲜地黄的质量控制提供依据, 并进一步推动 HPLC 在中药材成分分析领域的广泛应用。

1 梓醇在鲜地黄中的重要性

梓醇是从鲜地黄中提取出的活性成分, 在近期的中药

研究中备受关注。它具有抗炎、抗氧化、免疫调节和神经保护等生物活性, 能抑制炎症因子释放, 减轻炎症反应, 对多种炎症性疾病有治疗效果。梓醇的重要性还体现在其对心血管系统的保护作用^[3-4]。研究表明^[5-6], 梓醇可以通过扩张血管、降低血压、改善血液循环等机制, 保护心血管健康, 有助于预防心血管疾病和降低心脏病发病率。其还能改善心肌细胞能量代谢, 保护和强化心脏功能^[7]。

2 梓醇的化学结构及其生物活性

梓醇化学式为 $C_{15}H_{22}O_{10}$, 为环烯醚萜类化合物, 生物活性主要表现在抗氧化、抗炎、免疫调节及抗肿瘤等方面。有研究揭示^[8-9], 梓醇能有效清除体内自由基, 减轻氧化应激对细胞的损害, 以此维护细胞功能。其抗氧化作用主要源于分子结构中的羟基, 这些羟基能与自由基反应, 形成稳定产物, 降低细胞内氧化损伤。而且梓醇还展现出显著的抗炎活性。实验研究指出^[10], 梓醇能抑制炎症介质如肿瘤坏死因子 α 和白细胞介素的释放, 进而减轻炎症反应。因此, 该种特性赋予梓醇在治疗慢性炎症性疾病方面的潜在应用价值^[11]。另外, 抗肿瘤活性是梓醇的重要生物活性之一。研究表明^[12-13], 梓醇可以通过促进癌细胞凋亡、抑制肿瘤细胞生长和阻止转移来抗肿瘤。其机制包括调控细胞周期、影响凋亡蛋白和调节肿瘤微环境。

* 通信作者: 张文娟, 主管药师, 研究方向为药品。E-mail: 1161373704@qq.com

3 HPLC 在测定鲜地黄中梓醇含量中的优势分析

在测定鲜地黄中梓醇含量时, HPLC 利用液相中组分在固定相和流动相之间的分配差异进行分离。通过选择合适的固定相和流动相, HPLC 能有效分离梓醇, 避免传统方法中的重叠峰和干扰峰问题。而且 HPLC 的分离效率高, 分离度好, 能够在复杂基质中准确识别和定量梓醇。相比于其他检测方法, HPLC 的检测限低, 能够检测到极微量的梓醇, 满足药典和相关标准的要求。而且 HPLC 的定量分析具有良好的线性范围和重复性, 能够确保测定结果的可靠性和准确性。在实际应用中, HPLC 的分析时间较短, 还具有操作简便、分析速度快等优点。样品前处理相对简单, 通常只需经过过滤或稀释等步骤, 便可直接进行分析, 极大地提高了工作效率。加之 HPLC 还具备良好的重现性和稳定性, 适合大规模的样品分析。在鲜地黄的质量控制中, HPLC 能够提供一致的分析结果, 确保每批次产品的质量符合标准要求。虽然测定鲜地黄中梓醇含量还可以借助其他几种技术, 例如, 薄层色谱法、气相色谱法和紫外分光光度法等, 但是这些技术在分析速度、重复性和精确度方面都有其不足之处。如薄层色谱法的分离效果不尽如人意, 且定量分析的精确度不高。气相色谱法虽然分离效果好, 但需要对样品进行衍生化, 这使得操作更加复杂, 分析时间也相应增长。而紫外分光光度法则容易受到其他成分的干扰, 会影响测定结果的精确性。与之相比, HPLC 凭借其卓越的分离效率、敏感的检测机制以及出色的重复性和稳定性, 在测定鲜地黄中梓醇含量方面展现了显著的优势。由此可见, HPLC 在测定鲜地黄中梓醇含量方面具有显著优势。为分析鲜地黄中梓醇含量的理想选择。

4 HPLC 在测定鲜地黄中梓醇含量的具体方法

HPLC 在测定鲜地黄中梓醇含量的过程中, 涉及多个步骤。如在样品前处理阶段, 要注重进行适当的提取, 常见的提取方法包括超声提取和浸泡提取等。超声提取是利用超声波的物理作用, 促使梓醇从鲜地黄的植物组织中释放出来, 可采用适当的溶剂(例如甲醇、水、乙醇的混合溶剂)进行提取, 以提高提取效率并减少溶剂使用量。提取鲜地黄中梓醇含量时, 一般取鲜地黄药材洗净擦干表面水分, 去除须根后切成 2~4 mm 长的细丝, 精密称定上述鲜地黄细丝后置于具塞锥形瓶中, 精密加入乙醇 25 mL 作为有机溶剂, 称质量后进行超声提取, 提取温度控制在 30~50 °C, 超声时间控制在 30~60 min, 梓醇易溶于水、甲醇、乙醇, 微溶于乙酸乙酯, 因此, 常用的提取溶剂为

乙醇^[14-15]。相对而言, 浸泡提取则是将鲜地黄样品与溶剂混合, 常规放置一段时间, 且在室温下进行, 操作简便, 但提取效率较低。因此, 在鲜地黄梓醇提取过程中常用超声提取。提取完成后, 样品需进行净化以去除杂质, 从而提高分析的准确性。常用 0.45~0.5 μm 微孔滤膜滤过, 滤过后即可得到被测样品。在色谱条件的优化过程中, 需选择合适的色谱柱。色谱柱的选择主要取决于样品的性质和所需的分离效果。C18 反相柱是实验室 HPLC 中常用的柱子, 梓醇为极性化合物, 用 C18 反相柱时候, 对流动相的选择也十分关键, 需考虑梓醇的极性、溶解度等, 实验中选择甲醇-0.1% 磷酸溶液(1:99)作为流动相。温度和流速的优化也是色谱条件的重要组成部分。一般情况下, 柱温设定在 30~40 °C 之间较为适宜, 有助于提高色谱柱的稳定性和分析峰的对称性。流速的选择通常在 0.8~1.0 mL/min 之间, 流速过快可能导致分离效果不佳, 而过慢则可能导致分析时间过长, 增加实验误差。梓醇在特定波长下具有良好的吸收特性, 通常选用检测波长为 210 nm。理论板数按梓醇峰计算不低于 5000。通过优化上述色谱条件, 能够有效提高梓醇在鲜地黄中的测定准确度和灵敏度, 确保结果的可靠性。

5 HPLC 测定鲜地黄中梓醇含量的影响因素

5.1 样品来源

不同地区的鲜地黄由于受到土壤、栽培条件等环境因素的影响, 其化学成分含量可能会有所不同。不同批次或品种的鲜地黄在梓醇含量、质量和稳定性方面也可能存在差异。因此, 在选择样品来源时应尽可能实现标准化, 尽量选取相同产地和品种的鲜地黄进行分析, 以降低样品差异对测定结果的影响。

5.2 样品处理方式

样品处理方式对 HPLC 的分析结果具有直接的影响, 若样品前处理不当, 可能会导致梓醇的损失或分解, 进而影响测定的准确性^[16]。常见的样品处理方法包括提取、浓缩、过滤等, 其中提取方法的选择尤为重要, 选择溶剂时必须能够高效地从鲜地黄中提取出梓醇, 以保证提取过程的效率; 且溶剂需要具备优良的稳定性和化学惰性, 以防止在提取梓醇时发生化学反应。在挑选适宜的溶剂时, 需考虑样品特性、溶剂的极性以及提取条件等多个方面。如针对梓醇这类极性较强的成分, 适宜选用甲醇或乙醇等极性溶剂进行提取; 而对于非极性成分, 则需要采用非极性溶剂。梓醇对温度比较敏感, 过高的提取温度会导致梓醇的热分解, 而过低的温度则会降低提取效率。因此, 选择适宜的提取温度也是确保梓醇准确测定的关键。提取时

间的长短也会影响梓醇的提取效果, 时间过短会导致提取不完全, 而时间过长则会增加梓醇的损失。另外, 样品溶液的 pH 值也会影响梓醇的稳定性, 梓醇在特定 pH 值范围内较为稳定, 偏离此范围会导致梓醇的降解或转化。因此, 需要通过优化实验条件来确保梓醇的提取效率。优化样品处理方法, 确保提取充分、过滤彻底, 是确保 HPLC 分析结果准确性的关键。

5.3 分析方法的选择、仪器的配置及操作条件

另外分析方法的选择、仪器的配置及操作条件也会对测定结果产生影响^[17-18]。由此可见, 样品来源的选择和处理方法的优化是影响高效液相色谱法测定鲜地黄中梓醇含量的重要因素, 通过合理控制这些因素, 可以提高分析结果的可靠性和准确性^[19-20]。

6 总结与展望

梓醇在鲜地黄中的含量受多种条件影响, 包括地理环境、栽培方法、收割时节等, 这些条件使得梓醇含量的测定更加复杂。因此, 未来的研究应当更深入地研究这些条件对梓醇含量的作用, 以进一步提升测定的精确度和可信度。相信随着科技的持续进步, 新的分析技术和仪器的问世, 也将为 HPLC 测定鲜地黄中梓醇含量带来更多的机遇。HPLC 在测定鲜地黄中梓醇含量的研究中取得显著进展, 不仅提高分析的准确性和灵敏度, 也为中药材的质量控制提供新的思路。

参考文献

[1] 郭引兄, 孙岚萍, 顾志荣, 等. 夏萎止鼾颗粒的质量控制方法研究[J]. 甘肃医药, 2024, 43(7): 632-640.

[2] 毛海龙, 保瑞, 万萧, 等. 古今千金黄连丸中两种降糖成分的含量测定[J]. 医药导报, 2024, 43(4): 601-606.

[3] 田红女, 张晓冬, 王海燕. HPLC多组分定量结合化学计量学及灰色关联度的葆宫止血颗粒质量评价[J]. 中国现代中药, 2024, 26(3): 518-527.

[4] 王美华, 赵邯涛, 潘梦雪, 等. 益胃汤物质基准的HPLC指纹图谱分析及多组分含量测定[J]. 中国实验方剂学杂志, 2021, 27(17): 9-15.

[5] 李慧红, 李敏, 关红亚, 等. 反相高效液相色谱法测定加味四妙勇安汤中绿原酸和梓醇的含量[J]. 中国医院用药评价与分析, 2023, 23(1): 36-39+44.

[6] 徐廉松, 牛雯雯, 孔雪, 等. 基于双波长高效液相色谱法同时测定九蒸九晒熟地黄中7种成分的含量[J]. 甘肃中医药大学学报, 2022, 39(4): 1-6.

[7] WANG Y, JIANG J, CHEN S, *et al.* Elucidating the therapeutic mechanism of Hengqing II decoction in

Alzheimer's disease using network pharmacology and molecular docking techniques [J]. *Fitoterapia*, 2024, 174: 105860.

[8] 王芳, 李慧, 廖帆, 等. 基于HPLC多成分定量控制联合化学计量学的妇科养荣胶囊质量评价研究[J]. 药物评价研究, 2021, 44(12): 2614-2620.

[9] 邱建国, 王春英, 李茂星, 等. 酒炙炮制熟地黄不同阶段中寡糖和梓醇的变化研究[J]. 西北国防医学杂志, 2021, 42(7): 610-614.

[10] 何芳, 齐景梁, 李倩, 等. 基于环烯醚萜苷成分的不同基原兔耳草及药用部位差异性研究[J]. 中药新药与临床药理, 2021, 32(7): 1019-1023.

[11] 杨力龙, 龚志强, 霍宇, 等. 高效液相色谱法同时测定叶氏消渴方降糖颗粒中6种成分[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2021, 44(3): 74-80.

[12] ZHANG Y, ZHOU Y, WEN Z, *et al.* Network analysis combined with experimental assessment to explore the therapeutic mechanisms of New Shenqi Pills formula targeting mitochondria on senile diabetes mellitus [J]. *Front Pharmacol*, 2024, 12(15): 1339758.

[13] 沈丹萍, 陈康, 金夏萍, 等. HPLC法同时测定三九胃泰颗粒中8个成分含量[J]. 中国药师, 2021, 24(4): 766-769.

[14] YE Q, LIN B, XU P, *et al.* Yunvjian decoction attenuates lipopolysaccharide-induced periodontitis by suppressing NF κ B/NLRP3/IL-1 β pathway [J]. *J Ethnopharmacol*, 2024, 319(Pt 2): 117279.

[15] 杜健磊, 张彦旭, 王俊苹. HPLC测定天麻祛风补片中天麻素、哈巴苷和梓醇的含量[J]. 食品与药品, 2021, 23(2): 153-156.

[16] 秦艺菲, 许惠凤, 施颖, 等. 高效液相色谱同时分析荣筋壮骨方中多种化学成分[J]. 光明中医, 2025, 40(2): 291-295.

[17] 金月月, 熊家林, 姚萍, 等. 芪术胶囊的质量标准及指纹图谱研究[J]. 中药新药与临床药理, 2025, 36(1): 134-140.

[18] 梅佳华, 刘云宽, 郇先桃, 等. 六味地黄凝胶体外透皮特性与皮肤刺激性评价研究[J]. 中国药学杂志, 2025, 60(1): 66-70.

[19] 张名坚, 周珍辉, 伍柏洪, 等. 六味地黄丸中药细粉HPLC指纹图谱研究[J]. 精细化工中间体, 2024, 54(6): 74-79.

[20] 马美玲, 李晓, 陈玉洁, 等. 基于多指标定量、多元统计分析模型的人参固本丸质量差异评价[J]. 现代中药研究与实践, 2024, 38(6): 47-53.