

HPLC 法测定不同产地北沙参中欧前胡素、异欧前胡素和法卡林二醇

迟江波¹, 王继鹏¹, 车晓青¹, 张贤秋¹, 高浩学¹, 姜凤仙², 于文潇¹, 刘永俊^{3*}

1. 山东祥隆医药研究院有限公司, 山东 烟台 264003

2. 山东润中药业有限公司, 山东 烟台 264003

3. 山东药品食品职业学院, 山东 威海 264210

摘要: 目的 建立高效液相色谱法同时测定不同产地北沙参中欧前胡素、异欧前胡素和法卡林二醇。方法 采用 Zorbax Eclipse Plus C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相为乙腈-0.05%磷酸水, 梯度洗脱; 体积流量 1.0 mL/min; 柱温: 30 °C; 检测波长: 248 nm; 进样量: 20 μL。对河北、山东、内蒙古 3 大主产地 20 批北沙参样品进行测定。结果 欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇在 0.12~12.36、0.12~12.02、1.24~124.48 μg/mL 线性关系良好。内蒙古产北沙参中欧前胡素、异欧前胡素总量略高于山东、河北, 法卡林二醇的量以内蒙古和山东相近, 均高于河北。结论 方法简便、准确、可靠, 可用于北沙参的定量分析。

关键词: 北沙参; 欧前胡素; 异欧前胡素; 法卡林二醇; HPLC

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1674-5515(2026)05-1309-04

DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2026.05.014

Determination of imperatorin, isoimperatorin, and falcarindiol in *Glehniae Radix* from different habitats by HPLC

CHI Jiangbo¹, WANG Jipeng¹, CHE Xiaqing¹, ZHANG Xianqiu¹, GAO Haoxue¹, JIANG Fengxian², YU Wenxiao¹, LIU Yongjun³

1. Shandong Xianglong Pharmaceutical Research Institute Co., Ltd., Yantai 264003, China

2. Shandong Runzhong Pharmaceutical Co., Ltd., Yantai 264003, China

3. Shandong Drug and Food Vocational College, Weihai 264210, China

Abstract: Objective To establish an HPLC method for simultaneous determination of imperatorin, isoimperatorin, and falcarindiol in *Glehniae Radix* from different habitats. **Methods** Zorbax Eclipse Plus C₁₈ column (250 mm × 4.6 mm, 5 μm) was used, with acetonitrile - 0.05% phosphoric acid water as the mobile phase with gradient elution, the flow rate was 1.0 mL/min, the detection wavelength was set at 248 nm, and the injection volume was 20 μL. And the contents of 20 batches of *Glehniae Radix* samples from three main producing areas (Hebei, Shandong, and Inner Mongolia) were determined. **Results** Imperatorin, isoimperatorin and falcarindiol showed a good linear relationship in the range of 0.12 — 12.36, 0.12 — 12.02, and 1.24 — 124.48 μg/mL. The total content of imperatorin and isoimperatorin in *Glehniae Radix* from Inner Mongolia was slightly higher than that from Shandong and Hebei, and the content of falcarindiol in Inner Mongolia was similar to that in Shandong, both higher than that in Hebei. **Conclusion** The method is simple, accurate and reliable, which can be used for the determination of *Glehniae Radix*.

Key words: *Glehniae Radix*; imperatorin; isoimperatorin; falcarindiol; HPLC

北沙参为伞形科植物珊瑚菜 *Glehnia littoralis* Fr. Schmidt ex Miq. 的干燥根, 是传统的滋补中药^[1]。北沙参中化学成分复杂, 主要包括香豆素类、聚炔类、挥发油类、多糖类成分, 其中香豆素类、聚炔

类为核心活性成分, 与其药理作用密切相关^[2-4]。北沙参的现行法定标准仅有性状、显微结构鉴别, 缺乏含量控制指标, 难以全面地把控质量^[1]。相关文献也报道了北沙参的质量控制方法, 如牛韬等^[5-6]采

收稿日期: 2026-01-16

基金项目: 山东省重点研发计划-乡村振兴科技创新提振行动计划 (2023TZXD081)

作者简介: 迟江波, (1977—), 男, 山东烟台人, 工程师, 硕士, 研究方向为中药新药及质控技术。E-mail: 517510856@qq.com

*通信作者: 刘永俊 (1967—), 男, 山东烟台人, 副教授, 硕士, 研究方向为中药新药及质控技术。E-mail: liuyongjun189@163.com

用 HPLC 法测定了北沙参中香豆素类成分,张梓柏等^[7]测定了北沙参中法卡林二醇和人参炔醇,并通过指纹图谱构建实现北沙参的鉴别。欧前胡素、异欧前胡素是北沙参中含量较高的香豆素类成分,现代药理研究证实欧前胡素、异欧前胡素具有显著的抗炎、抗氧化、免疫调节作用,可以减轻炎症反应、清除氧自由基,是北沙参中发挥抗炎祛痰功效的重要物质基础;法卡林二醇为北沙参中代表性的聚炔类成分,具有抗菌、抗肿瘤、抗血小板聚集活性,对多种致病菌具有抑制作用,且能抑制肿瘤细胞增殖^[8-11]。北沙参主产区集中于我国北方地区,其中河北安国、山东莱阳、内蒙古赤峰为核心主产区,辽宁为次要产区,不同主产区的气候条件差异显著,同时各产区传统加工工艺存在一定的差异,对饮片的质量也有一定的影响^[2]。本研究建立 HPLC 法测定不同产地北沙参中欧前胡素、异欧前胡素和法卡林二醇,为北沙参优质产区筛选、质量标准完善提供了参考。

1 仪器与材料

1260 型高效液相色谱仪(安捷伦科技有限公司);KQ-500VDB 型双频数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);QUINTIX124-ICN 型十万分之一天平、万分之一天平(赛多利斯);HH.S21-6 电热恒温水浴锅(上海博讯医疗生物仪器股份有限公司);GZX-9140MBE 电热鼓风干燥箱(上海博讯医疗生物仪器股份有限公司);UPR-II-10T 超纯水机(四川优普超纯科技有限公司);SHB-IIIS 循环水式多用真空泵(郑州长城科工贸有限公司)。

对照品:欧前胡素(批号 110826-202420,质量分数 99.3%,中国食品药品检定研究院)、异欧前胡素(批号 110827-202414,质量分数 99.4%,中国食品药品检定研究院)、法卡林二醇(批号 17092102,质量分数 98.5%,成都普思生物科技股份有限公司)。试剂:甲醇、磷酸、石油醚、醋酸乙酯均为分析纯(国药集团化学试剂有限公司);乙腈为色谱纯(美国默克公司);实验用水为自制超纯水。

北沙参样品:20 批北沙参药材分别采集于 3 大核心主产区,具体信息如下:河北安国(样品编号 HB1-HB6),采集时间 2023 年 10 月,采集地点为安国市伍仁桥镇、石佛镇、郑章镇 3 个主要种植基地;山东莱阳(样品编号 SD1-SD7),采集时间 2023 年 11 月,采集地点为莱阳市沐浴店镇、照旺庄镇、吕格庄镇;内蒙古赤峰(样品编号 NMG1-NMG7),

采集时间 2023 年 9 月,采集地点为赤峰市翁牛特旗、松山区、喀喇沁旗。所有北沙参样品经山东药品食品职业学院曲畅游教授鉴定,为伞形科植物珊瑚菜 *G. littoralis* Fr. Schmidt ex Miq. 的干燥根。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

Zorbax Eclipse Plus C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相:乙腈(A)-0.05%磷酸水(B),梯度洗脱(0~20 min, 40%A→55%A; 20~30 min, 55%A; 30~40 min, 55%A→65%A);体积流量 1.0 mL/min;柱温:30 ℃;检测波长:248 nm;进样量:20 μL。理论板数按欧前胡素色谱峰计算应不低于 3 000。

2.2 溶液制备

2.2.1 对照品溶液 精密称取欧前胡素对照品 12.36 mg、异欧前胡素对照品 12.02 mg,分别置于 200 mL 量瓶中,加甲醇溶解并至刻度,摇匀,得 61.8 μg/mL 欧前胡素、60.1 μg/mL 异欧前胡素的单成分储备液;精密称取法卡林二醇对照品 15.56 mg,置于 250 mL 量瓶中,加甲醇溶解并至刻度,摇匀,得 62.24 μg/mL 法卡林二醇对照品储备液。精密量取欧前胡素、异欧前胡素储备液各 2 mL、法卡林二醇储备液 20 mL 置于 25 mL 量瓶中,加甲醇至刻度,摇匀,制成含欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇 4.944、4.808、49.792 μg/mL 的混合对照品储备液。精密量取混合对照品储备液,加甲醇制成含欧前胡素 0.12、0.25、0.62、1.24、6.18、12.36 μg/mL,含异欧前胡素 0.12、0.24、0.60、1.20、6.01、12.02 μg/mL,含法卡林二醇 1.24、2.49、6.23、12.45、62.24、124.48 μg/mL 的系列对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液 取北沙参药材粉末约 4 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入甲醇 25 mL,称定质量,超声处理(300 W、45 kHz)40 min,取出放至室温,用甲醇补足减失质量,摇匀,经 0.45 μm 有机相滤膜滤过,弃去初滤液约 5 mL,取续滤液作为供试品溶液,备用。

2.3 专属性试验

按拟定色谱条件测定混合对照品溶液和北沙参样品溶液,获得北沙参欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇 HPLC 图谱,见图 1。北沙参样品中目标成分峰与对照品峰保留时间一致,且峰形对称,分离度均大于 1.5,无相邻干扰峰,表明该色谱条件可有效分离目标成分,无基质干扰。

2.4 线性关系考察

分别精密吸取上述系列对照品溶液，进样测定，每浓度进样 3 次，记录峰面积，以对照品质量

浓度为横坐标，平均峰面积为纵坐标绘制标准曲线，进行线性回归分析，计算回归方程，3 种成分在各自线性范围内线性关系良好，结果见表 1。

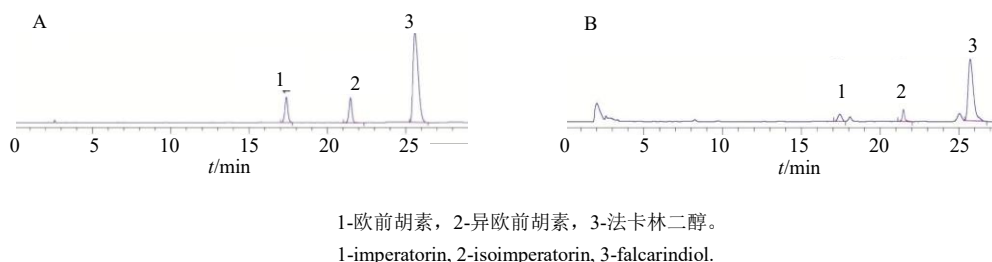


图 1 混合对照品 (A) 和北沙参 (B) 的 HPLC 图

Fig. 1 HPLC chromatograms of the mixed reference substances (A) and *Glehniae Radix* (B)

表 1 3 种成分线性关系

Table 1 Linear relationship of three components

成分	回归方程	相关系数 (r^2)	线性范围/ $(\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$
欧前胡素	$Y=53.789 X+0.916 6$	0.999 8	0.12~12.36
异欧前胡素	$Y=57.489 X-1.163 8$	0.999 9	0.12~12.02
法卡林二醇	$Y=32.727 X+19.948 0$	0.999 7	1.24~124.48

2.5 精密度试验

取混合对照品溶液，连续进样 6 次，分别测定欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇的峰面积，结果显示，欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇峰面积的 RSD 值分别为 0.88%、1.02%、0.95%。

2.6 稳定性试验

取编号 HB04 北沙参样品，制备供试品溶液，避光冷藏保存，分别于 0、3、6、9、12、18、24 h 进样测定欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇峰面积，计算各时间点峰面积的 RSD 值，结果显示，欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇峰面积的 RSD 值分别为 1.58%、1.18%、1.27%，表明供试品溶液在上述保存条件下稳定性良好。

2.7 重复性试验

取编号 HB04 北沙参药材粉末，平行称取 6 份，精密称定，制备供试品溶液，进样测定，结果显示欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇的平均质量分数分别为 1.44、1.89、274.68 $\mu\text{g}/\text{g}$ ，RSD 值分别为 1.57%、1.73%、1.10%。

2.8 回收率试验

取编号 HB04 北沙参样品约 2 g，精密称取 6 份，分别置于具塞锥形瓶中，精密加入欧前胡素 2.92 μg 、异欧前胡素 3.84 μg 、法卡林二醇 427.9 μg ，制

备供试品溶液，计算各成分的回收率，结果欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇的平均回收率分别为 98.47%、98.45%、98.28%，RSD 值分别为 0.26%、0.47%、0.83%。

2.9 样品测定

取 20 批北沙参样品，每批平行 3 份，制备供试品溶液，进样测定，计算欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇的质量分数，结果见表 2。整体来看，内蒙古产北沙参中欧前胡素、异欧前胡素总量略高于山东、河北，法卡林二醇的量以内蒙古和山东相近，均高于河北。

3 讨论

本研究针对北沙参现行标准缺乏专属含量指标、现有定量方法覆盖成分单一的问题，建立了测定欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇的 HPLC 方法，在色谱条件优化过程中，考虑到 3 种成分极性差异较大（香豆素类极性较弱，聚炔类极性中等），采用乙腈-0.05%磷酸水梯度洗脱模式，通过调整洗脱程序，有效避免了峰重叠与拖尾现象，实现了 3 种成分的基线分离；同时针对不同成分的紫外吸收特性，选择专属检测波长，提高了检测灵敏度和准确性。相比单一成分测定方法，该方法覆盖两类核心药效成分，更能全面反映北沙参的质量特征。

表 2 北沙参中欧前胡素、异欧前胡素、法卡林二醇测定结果 (n=3)

Table 2 Determination Results of imperatorin, isoimperatorin, and falcarindiol in *Glehnia littoralis* (n=3)

样品	欧前胡素/ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	异欧前胡素/ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	法卡林二醇/ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
HB1	1.32	0.74	283.33
HB2	1.73	1.11	342.33
HB3	1.64	1.72	230.04
HB4	1.44	1.88	274.68
HB5	1.08	1.15	473.42
HB6	1.34	2.06	272.96
SD1	1.02	1.51	329.46
SD2	1.91	1.73	403.36
SD3	1.51	0.72	410.77
SD4	1.92	1.14	308.43
SD5	1.94	1.83	257.65
SD6	1.12	0.85	273.94
SD7	1.04	1.15	382.86
NMG1	0.90	0.84	273.99
NMG2	1.41	0.72	243.97
NMG3	1.52	1.63	345.22
NMG4	1.42	1.80	336.58
NMG5	2.24	1.56	451.23
NMG6	1.82	1.54	406.57
NMG7	1.32	1.66	333.93

方法学验证结果表明, 3 种成分在各自线性范围内线性关系良好, 精密度、稳定性、重复性试验 RSD 值均小于 2.0%, 加样回收率符合要求, 该方法简便、准确、可靠, 可用于北沙参的定量分析。对不同产地采集的北沙参样品进行了测定, 结果显

示, 3 大主产地北沙参中目标成分含量存在一定差异, 这一结果可能与遗传因素、环境因素、加工工艺相关, 取样涵盖 3 大核心主产区, 具有一定的代表性, 为北沙参优质产区筛选、质量标准完善提供了数据支撑。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 中国药典 [S]. 一部. 2025.
 [2] 冉志芳, 郭凤丹, 张翠翠, 等. 北沙参品质形成影响因素及产业发展分析 [J]. 中草药, 2025, 56(6): 2207-2213.
 [3] 王晓琴, 苏柯萌. 北沙参化学成分与药理活性研究进展 [J]. 中国现代中药, 2020, 22(3): 466-474.
 [4] 孙艳菲, 张学顺. 北沙参药理作用及临床应用研究进展 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2015, 17(3): 191-193.
 [5] 牛韬. HPLC 法测定硫磺熏蒸与未熏蒸北沙参中 5 种香豆素类成分的含量 [J]. 中国药房, 2015, 26(27): 3836-3838.
 [6] 王新娣, 石晓峰, 张晓萍, 等. 米炒北沙参的质量标准研究 [J]. 中国药房, 2022, 33(8): 962-967.
 [7] 张样柏, 李国强, 管华诗. HPLC 法同时测定北沙参中法卡林二醇和人参炔醇的含量 [J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2007, 37(S1): 127-130.
 [8] 赵亚. 北沙参化学成分及其抗胃溃疡活性的研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2007.
 [9] 谭允育, 康娟娟, 王娟娟. 沙参对正常小鼠免疫功能影响的实验研究 [J]. 北京中医药大学学报, 1999(6): 39-41.
 [10] 何军伟, 朱继孝, 杨丽, 等. 北沙参不同部位提取物镇咳祛痰作用研究 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2020, 22(8): 2864-2869.
 [11] 张欣, 廖玉瑶, 韦怀福, 等. 基于 UPLC 指纹图谱及含量测定结合化学模式识别法评价不同产地北沙参药材质量 [J]. 亚太传统医药, 2025, 21(11): 34-41.

[责任编辑 解学星]