

· 质量分析研究 ·

基于高效液相色谱指纹图谱的黄芪不同类型饮片质量一致性评价研究

谭婉清, 林锦锋, 陈漫丽, 葛蓉, 刘潇潇 (广东省药品检验所, 国家药品监督管理局药品快速检验技术重点实验室, 广东广州 510663)

摘要: **目的** 建立黄芪的高效液相色谱(HPLC)指纹图谱, 评价黄芪不同类型饮片的质量一致性。**方法** 采用HPLC法建立黄芪药材对照指纹图谱, 并利用黄芪药材对照指纹图谱对3批黄芪原料药材制备的传统饮片、煮散饮片、破壁饮片和配方颗粒不同类型饮片进行评价分析。**结果** 同一黄芪原料药材制备的传统饮片、煮散饮片、破壁饮片与原料药材的相似度为0.925~0.994, 与黄芪原料药材的成分组成一致性良好。黄芪配方颗粒与原料药材的相似度为0.649~0.920, 与原料药材的成分组成的一致性欠佳。聚类分析结果显示, 黄芪药材、黄芪传统饮片、黄芪煮散饮片和黄芪破壁饮片聚为一类; 配方颗粒单独聚为一类。**结论** 该研究所建立的HPLC指纹图谱法适用于黄芪不同类型饮片的质量一致性评价, 可为中药新型饮片的质量控制提供依据, 有利于指导中药新型饮片的研制工作。

关键词: 黄芪; 饮片; HPLC; 指纹图谱; 一致性评价

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-9783(2025)04-0610-07

doi: 10.19378/j.issn.1003-9783.2025.04.014

Study on Consistency Evaluation of Different Types of Decoction Pieces from Astragali Radix Based on HPLC Fringerprint

TAN Wanqing, LIN Jinfeng, CHEN Manli, GE Rong, LIU Xiaoxiao (Guangdong Drug Inspection Institute, NMPA Key Laboratory for Rapid Testing Technology of Drug, Guangzhou 510663 Guangdong, China)

Abstract: Objective To establish the high-performance liquid chromatography (HPLC) fingerprint of Astragali Radix and evaluate the quality consistency of different types of Radix Astragali decoction slices. **Methods** The HPLC method was used to establish the control fingerprint of Radix Astragali, and the control fingerprint of Astragali Radix was used to evaluate and analyze the different types of traditional decoction pieces, decocting powder decoction pieces, cell wall-broken decoction pieces and formula granules prepared by three batches of Astragali Radix crude materials. **Results** The similarity of traditional decoction pieces, decocting powder decoction pieces, cell wall-broken decoction pieces prepared from the same crude material of Astragali Radix with raw materials was 0.925-0.994, which was in good agreement with the composition of crude materials of Astragali Radix. The similarity between Astragali Radix granules and crude medicinal materials was 0.649-0.920, and the consistency with the composition of crude medicinal materials was poor. The results of cluster analysis showed that the traditional decoction pieces, decocting powder decoction, and cell wall-broken decoction pieces of Astragali Radix, were clustered into one group. The formula granules are clustered into one category alone. **Conclusion** The HPLC fingerprint method established in this study is suitable for the quality consistency evaluation of different types of Astragali Radix decoction pieces, which can provide a basis for the quality control of new decoction pieces of Chinese medicine, and is conducive to guiding the its development.

Keywords: Astragali Radix; decoction pieces; HPLC; fingerprint; consistency evaluation

收稿日期: 2024-11-11

作者简介: 谭婉清, 女, 硕士, 主管中药师, 研究方向: 中药分析。Email: 452831302@qq.com。通信作者: 林锦锋, 男, 硕士, 主任中药师, 研究方向: 中药质量分析。Email: linchaina@163.com。

基金项目: 广东省药品监督管理局科技创新项目(2022YDZ03); 广东省药品检验所科研项目面上项目(SN2022012)。

传统中药饮片由于储存、携带、服用不便等弊端，使其应用和发展受到一定限制。随着先进技术在中医药领域的应用，各种新型中药饮片应运而生，如中药袋泡剂、小包装中药饮片、中药配方颗粒、中药破壁饮片、冻干饮片、定量压制饮片、煮散饮片等^[1-4]。近年来，各种新型饮片与其传统饮片之间质量比较的研究报道也日渐增多^[5-7]。对于相同原料药材制成的不同类型新型饮片和传统饮片进行横向质量评价，能够排除原料自身带来的影响，更有利于比较各类饮片的质量优劣。

黄芪为豆科草本植物蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao 或膜荚黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. 的干燥根，首载于《神农本草经》。黄芪作为补中益气之要药，具有补气升阳、固表止汗、利水消肿、生津养血、行滞通痹、托毒排脓、敛疮生肌的功效，临床上被广泛用于肿瘤、糖尿病及免疫、心脑血管、循环、呼吸、消化、神经等系统疾病的治疗^[8-13]。《中国药典》2020 年版收载含黄芪的中药成方制剂总数达 224 种^[14]，可见其在方药中得到了广泛应用。在中医临床上，黄芪传统饮片具有多种药理作用和医疗价值^[15]，而黄芪配方颗粒、黄芪破壁饮片和黄芪煮散饮片等不同类型的新型饮片的应用也逐渐增多^[16-17]，但这些不同类型的新型饮片是否能够完全代替传统饮片，质量孰优孰劣，需要进行全面的横向比较研究。

中药指纹图谱技术是评价中药质量优劣和确保中药产品批次稳定性、一致性的有效方法，其可分析中药成分的种类和含量分布信息，可从整体上反映中药的化学特征全貌，符合中医中药整体性和协同性的特点，已成为国际公认的天然药物物质控手段^[18-19]。本研究拟采用高效液相色谱(HPLC)建立黄芪药材的指纹图谱，对相同黄芪原料药材制成的黄芪配方颗粒、黄芪破壁饮片、黄芪煮散饮片与传统饮片的质量一致性开展比较研究，以期对中药新型饮片研制工作提供科学参考，并推动中药饮片的现代化改革的健康发展。

1 仪器与材料

1.1 仪器 LC-20AT 高效液相色谱仪，日本岛津公司；Secura225D-1CCN 十万分之一天平、Secura224-

1CN 万分之一天平，北京赛多利斯仪器系统有限公司；TW12 水浴箱，优莱博技术(北京)有限公司；ZM200 超离心粉碎机(筛网孔径为 0.25 mm)，德国莱驰公司；Milli Q Advantage with A10 超纯水机，美国密理博公司。

1.2 试剂 毛蕊异黄酮葡萄糖苷(批号：111920-202308)、黄芪甲苷(批号：110781-202219)，中国食品药品检定研究院；毛蕊异黄酮(批号：130025-202210)、芒柄花苷(批号：130012-202303)、芒柄花素(批号：130035-202103)、黄芪皂苷 I(批号：080018-202212)、黄芪皂苷 II(批号：080019-202212)、黄芪皂苷 III(批号：080022-202107)，上海鸿永生物科技有限公司；乙腈为色谱纯，水为自制超纯水，其余试剂均为分析纯。

1.3 样品 黄芪市售饮片样品 32 批，购自广州市各大药房，批号及产地信息见表 1。黄芪原料药材 3 批，经广东省药品检验所林锦锋主任中药师鉴定为蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongholicus*(Bge.)Hsiao 的干燥根或膜荚黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. 的干燥根。上述 3 批原料药材委托 4 家饮片生产企业制备成传统饮片(甲企业)、煮散饮片(乙企业)、破壁饮片(丙企业)和配方颗粒(丁企业)4 种不同类型饮片。药材及饮片样品信息见表 2。

表 1 黄芪市售饮片样品信息

Table 1 Sample information of commercially available decoction pieces from Astragali Radix

编号	批号	产地	编号	批号	产地
1	211101	甘肃	17	210701	甘肃
2	211001	甘肃	18	210914-2	甘肃
3	211112-1	甘肃	19	20210701	甘肃
4	210501	甘肃	20	21Z0801	甘肃
5	210703121	甘肃	21	200401	甘肃
6	301030525	甘肃	22	210901B-1	甘肃
7	210801-4	甘肃	23	20210601	甘肃
8	GX211106	甘肃	24	20210903	甘肃
9	20210904	甘肃	25	210901B-2	甘肃
10	210902	甘肃	26	2012362	甘肃
11	210602	甘肃	27	211001-1	甘肃
12	202107007	甘肃	28	210603	甘肃
13	20210903	甘肃	29	211001-2	甘肃
14	211112-2	甘肃	30	200602	甘肃
15	210914-1	甘肃	31	210901B-3	甘肃
16	C-210089	甘肃	32	210801	甘肃

表2 黄芪原料药材及其制备的相应饮片信息

Table 2 Information of raw medicinal materials and its decoction pieces of Astragali Radix

原料药材编号(批号)	原料药材基原	原料药材产地	样品编号	样品名称	饮片生产企业
A(YL2210046)	蒙古黄芪 <i>Astragalus membranaceus</i> (Fisch.) Bge. var. <i>mongholicus</i> (Bge.)Hsiao.	甘肃	A1	黄芪原料药材 A	/
			A2	传统饮片 A	甲饮片公司
			A3	煮散饮片 A	乙饮片公司
			A4	破壁饮片 A	丙饮片公司
			A5	配方颗粒 A	丁饮片公司
B(CP2303058)	膜荚黄芪 <i>Astragalus membranaceus</i> (Fisch.)Bge.	甘肃	B1	黄芪原料药材 B	/
			B2	传统饮片 B	甲饮片公司
			B3	煮散饮片 B	乙饮片公司
			B4	破壁饮片 B	丙饮片公司
			B5	配方颗粒 B	丁饮片公司
C(JC230506)	蒙古黄芪 <i>Astragalus membranaceus</i> (Fisch.) Bge. var. <i>mongholicus</i> (Bge.)Hsiao.	甘肃	C1	黄芪原料药材 C	/
			C2	传统饮片 C	甲饮片公司
			C3	煮散饮片 C	乙饮片公司
			C4	破壁饮片 C	丙饮片公司
			C5	配方颗粒 C	丁饮片公司

注：配方颗粒1 g相当于原料药材2.5 g

2 方法与结果

2.1 指纹图谱的建立

2.1.1 色谱条件 色谱柱为ZORBAX SB-C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm); 乙腈为流动相A, 0.2% 甲酸为流动相B, 梯度洗脱(0~5 min, 15%A; 5~35 min, 15%~30%A; 35~40 min, 30%A; 40~45 min, 30%~35%A; 45~50 min, 35%~40%A; 50~60 min, 40%A; 60~70 min, 40%~80%A; 70~75 min, 80%~95%A)。蒸发光检测器: 漂移管温度为105 ℃, 载气流速为2.5 L·min⁻¹, 进样量为10 μL, 流速为1 mL·min⁻¹, 柱温为30 ℃。

2.1.2 供试品溶液的制备

2.1.2.1 黄芪市售饮片、黄芪原料药材、传统饮片、煮散饮片、破壁饮片供试品溶液的制备 黄芪市售饮片、黄芪原料药材、传统饮片、煮散饮片经超离心粉碎机粉碎后, 取上述样品细粉和破壁饮片各约2.5 g, 精密称定。分别置圆底烧瓶中, 加50%乙醇100 mL, 加热回流2 h, 放冷, 滤过, 收集滤液。圆底烧瓶及滤纸的药渣用50%乙醇洗涤3次, 每次10 mL, 合并滤液, 在水浴上蒸至近干, 用50%乙醇溶解并定容至5 mL, 摇匀, 滤过, 取续滤液即得。

2.1.2.2 配方颗粒供试品溶液制备 取配方颗粒供试品各约1.0 g(对应原料药材2.5 g), 精密称定。加50%乙醇100 mL, 加热回流2 h, 放冷, 滤过, 收集滤

液。圆底烧瓶及滤纸的药渣用50%乙醇洗涤3次, 每次10 mL, 合并滤液, 在水浴上蒸至近干, 用50%乙醇溶解并定容至5 mL, 摇匀, 滤过, 取续滤液即得。

2.1.3 对照品溶液的制备 取毛蕊异黄酮葡萄糖苷、黄芪甲苷、毛蕊异黄酮、芒柄花苷、芒柄花素、黄芪皂苷I、黄芪皂苷II和黄芪皂苷III对照品各适量, 精密称定, 加甲醇制成每1 mL各含0.1 mg的溶液, 即得。

2.1.4 图谱的生成 取32批黄芪市售饮片样品, 按“2.1.2.1”项下的方法制备供试品溶液, 按“2.1.1”项下的色谱条件进样, 记录色谱图, 并导入“中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2012版)”软件进行处理。根据5 min后的色谱峰, 结合相对保留时间, 共发现15个共有峰, 见图1。匹配后生成对照图谱, 见图2。通过与对照品溶液图谱比对, 指出其中8个共有峰, 分别为毛蕊异黄酮葡萄糖苷(峰1)、芒柄花苷(峰3)、毛蕊异黄酮(峰5)、黄芪甲苷(峰7)、黄芪皂苷III(峰8)、黄芪皂苷II(峰9)、芒柄花素(峰10)、黄芪皂苷I(峰12)。面积归一化法显示, 毛蕊异黄酮葡萄糖苷峰面积占比较大, 且与相邻峰分离度较好, 因此选择毛蕊异黄酮葡萄糖苷作为参照峰。此外, 32批黄芪市售饮片与对照图谱的相似度为0.850~0.989, 表明黄芪市售饮片的相似度较好, 见表3。

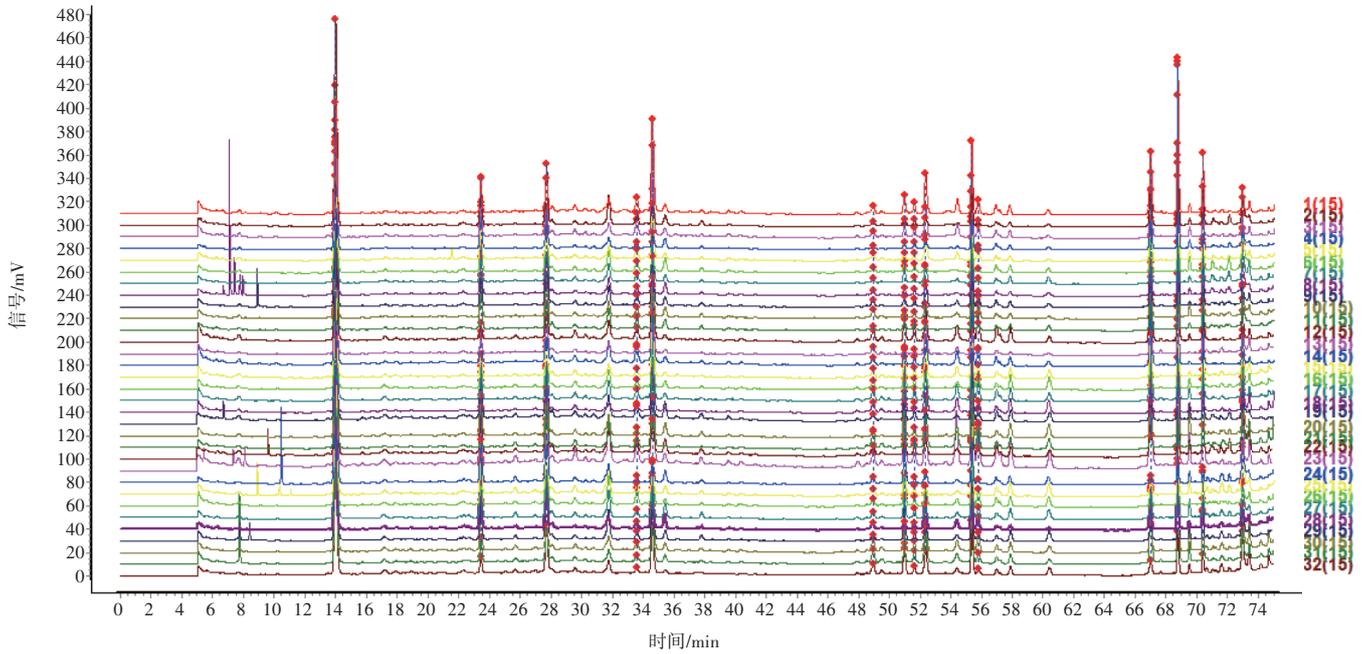
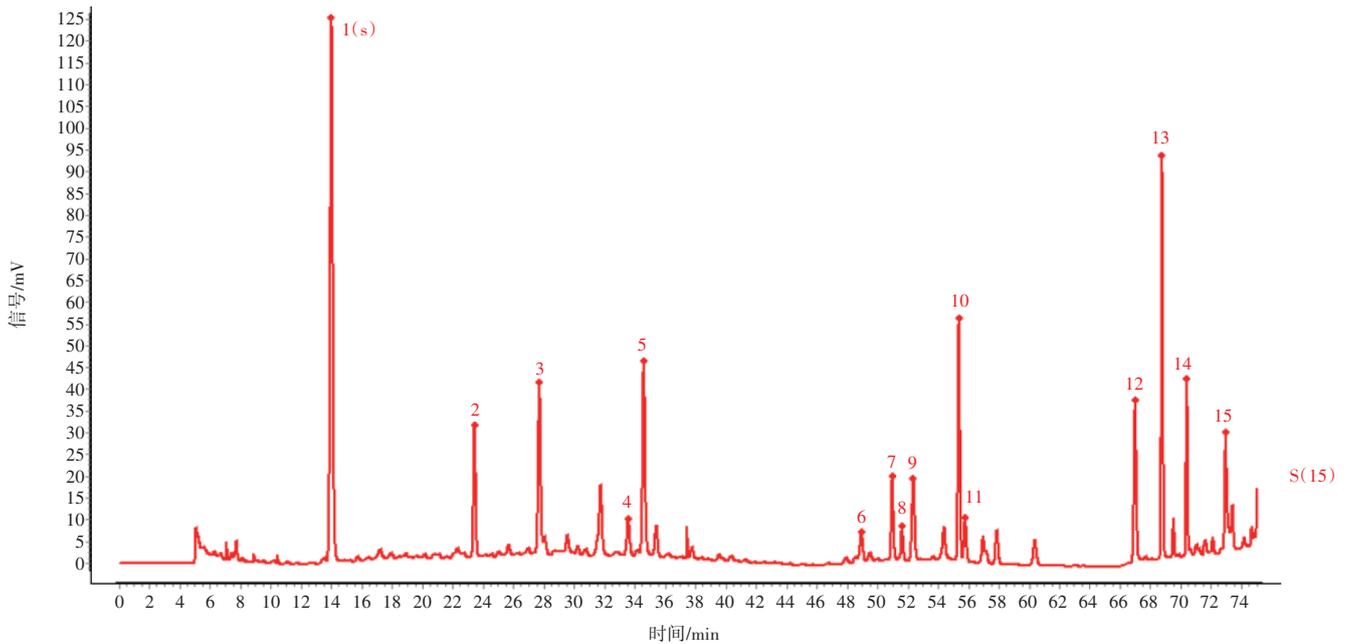


图 1 32 批黄芪市售饮片样品指纹图谱叠加图

Figure 1 Overlapping fingerprint spectra of 32 batches of commercially available decoction pieces from Astragali Radix



注：1 为毛蕊异黄酮葡萄糖苷；3 为芒柄花苷；5. 毛蕊异黄酮；7 为黄芪甲苷；8 为黄芪皂苷Ⅲ；9 为黄芪皂苷Ⅱ；10 为芒柄花素；12 为黄芪皂苷Ⅰ

图 2 对照指纹图谱

Figure 2 Reference fingerprint

2.2 方法学考察

2.2.1 精密度试验 精密吸取同一批次黄芪市售饮片(编号1)供试品溶液,按“2.1.1”项下的色谱条件连续进样6次。以毛蕊异黄酮葡萄糖苷为参照峰,计算各峰的相对保留时间和相对峰面积。结果显示,相对保留时间的RSD为0.0%~0.1%,相对峰面积的

RSD为0.0%~4.6%,6次进样的图谱之间的相似度均为1.000,表明仪器精密度良好。

2.2.2 重复性试验 取同一批次黄芪市售饮片(编号1)供试品溶液,按“2.1.1”项下的色谱条件进行测定。以毛蕊异黄酮葡萄糖苷为参照峰,计算各峰的相对保留时间和相对峰面积。结果显示,相对保留时间

表3 32批黄芪市售饮片样品与对照图谱的相似度

Table 3 Similarity of 32 batches of commercially available decoction pieces from Astragali Radix and reference fingerprint

编号	相似度	编号	相似度	编号	相似度
1	0.944	12	0.850	23	0.870
2	0.947	13	0.956	24	0.910
3	0.947	14	0.979	25	0.937
4	0.977	15	0.981	26	0.956
5	0.976	16	0.986	27	0.974
6	0.961	17	0.935	28	0.966
7	0.980	18	0.881	29	0.961
8	0.948	19	0.981	30	0.977
9	0.989	20	0.955	31	0.940
10	0.988	21	0.886	32	0.964
11	0.961	22	0.981		

的RSD为0.0%~0.1%，相对峰面积的RSD为0.0%~4.7%，6份样品的图谱之间的相似度为0.999~1.000，表明方法的重复性良好。

2.2.3 稳定性试验 同一批次黄芪市售饮片(编号1)供试品溶液，按“2.1.1”项下的色谱条件分别在0、3、6、12、24、48 h进行测定。以毛蕊异黄酮葡萄糖苷为参照峰，计算各峰的相对保留时间和相对峰面积。结果显示，相对保留时间的RSD为0.0%~0.2%，相对峰面积的RSD为0.0%~5.0%，6个时间段的图谱之间相似度为0.999~1.000，表明供试品溶液在48 h内稳定。

2.3 一致性评价

2.3.1 供试品测定 取15批黄芪药材及其制备的不同类型饮片样品(A1~A5, B1~B5, C1~C5)分别按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液。按“2.1.1”项下的色谱条件进样，记录色谱图。

2.3.2 相似度评价 将上述15批样品色谱图导入“中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2012版)”软件，分别评价各样品色谱图与对照指纹图谱的相似度、各饮片样品色谱图与对应黄芪原料药材色谱图之间的相似度。各样品与对照指纹图谱相似度比较结果显示，样品A1~A5的相似度为0.664~0.735，样品B1~B5的相似度为0.904~0.982，样品C1~C5的相似度为0.853~0.906。3组样品之间的相似度相差较大，B组样品的原料药材与黄芪市售饮片质量较接近，相似度较高。各饮片样品与其对应黄芪原料药材之间的相似度结果显示，A2~A4与A1之间的相似度为0.975~0.991，A5与A1相似度为0.706(见表4)；B2~B4与B1之间的相似度为0.925~0.994，B5与B1相

似度为0.899(见表5)；C2~C4与C1之间的相似度为0.983~0.989，C5与C1相似度为0.661(见表6)。可见黄芪原料药材制备的不同类型饮片样品中，传统饮片、煮散饮片、破壁饮片与原料药材的相似度均>0.90，这3种饮片与原料药材的成分组成的一致性良好。同一组的配方颗粒与原料药材的相似度均最低，且<0.90，说明配方颗粒与原料药材的成分组成的一致性欠佳。

表4 黄芪原料药材A及其制备的不同类型饮片相似度评价结果

Table 4 Similarity evaluation results of raw medicinal materials and its decoction pieces from Astragali Radix A

编号	A1	A2	A3	A4	A5	对照指纹图谱
A1	1.000	0.990	0.991	0.975	0.706	0.731
A2	0.990	1.000	0.982	0.985	0.678	0.664
A3	0.991	0.982	1.000	0.962	0.649	0.735
A4	0.975	0.985	0.962	1.000	0.707	0.710
A5	0.706	0.678	0.649	0.707	1.000	0.689
对照指纹图谱	0.731	0.664	0.735	0.710	0.689	1.000

表5 黄芪原料药材B及其制备的不同类型饮片相似度评价结果

Table 5 Similarity evaluation results of raw medicinal materials and its decoction pieces from Astragali Radix B

编号	B1	B2	B3	B4	B5	对照指纹图谱
B1	1.000	0.925	0.994	0.983	0.899	0.982
B2	0.925	1.000	0.908	0.946	0.802	0.957
B3	0.994	0.908	1.000	0.962	0.920	0.972
B4	0.983	0.946	0.962	1.000	0.837	0.976
B5	0.899	0.802	0.920	0.837	1.000	0.904
对照指纹图谱	0.982	0.957	0.972	0.976	0.904	1.000

表6 黄芪原料药材C及其制备的不同类型饮片相似度评价结果

Table 6 Similarity evaluation results of raw medicinal materials and its decoction pieces from Astragali Radix C

编号	C1	C2	C3	C4	C5	对照指纹图谱
C1	1.000	0.989	0.983	0.989	0.661	0.865
C2	0.989	1.000	0.996	0.994	0.724	0.905
C3	0.983	0.996	1.000	0.993	0.708	0.899
C4	0.989	0.994	0.993	1.000	0.681	0.906
C5	0.661	0.724	0.708	0.681	1.000	0.853
对照指纹图谱	0.865	0.905	0.899	0.906	0.853	1.000

2.3.3 聚类分析 对各共有峰的峰面积进行均一化处理。以不同类型饮片样品(A1~A5, B1~B5, C1~C5)各峰的峰面积除以对照指纹图谱相应峰的峰面积，

将均一化后的结果作为变量,输入SPSS软件进行系统聚类分析。采用组间联接方法,以余弦为分类依据,绘制黄芪不同类型饮片的聚类分析图。结果见图3,当余弦为15时,黄芪配方颗粒饮片聚为一类,黄芪原料药材、黄芪传统饮片、黄芪煮散饮片、黄芪破壁饮片聚为一类。

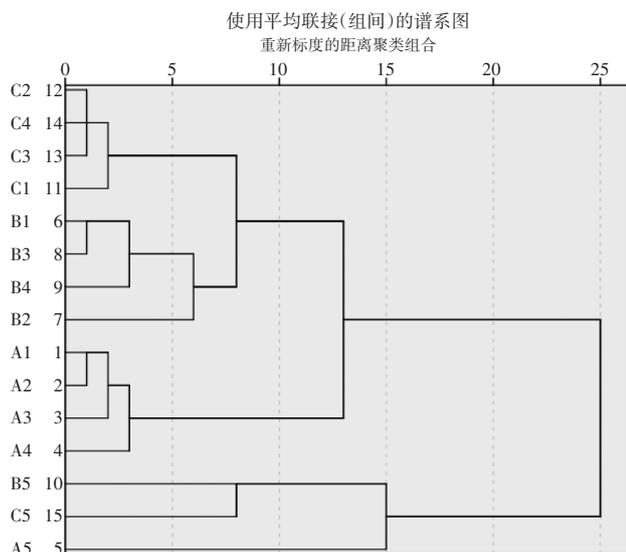


图3 黄芪不同类型饮片的聚类分析图

Figure 3 Cluster analysis chart of various decoction pieces prepared from *Astragali Radix*

3 讨论

3.1 提取溶剂的选择 黄芪化学成分复杂,含有黄酮、皂苷、多糖、氨基酸、黄芪碱、微量元素等物质^[20],其中黄芪总皂苷和总黄酮等成分具有显著的生理活性^[21-22],此外,《中国药典》将毛蕊异黄酮葡萄糖苷和黄芪甲苷作为指标性成分。鉴于毛蕊异黄酮葡萄糖苷在碱性条件下不稳定,本研究采用中性溶剂提取,考察了甲醇、乙醇、50%甲醇、50%乙醇和水作为提取溶剂,结果表明,50%甲醇和50%乙醇作为提取溶剂时,指纹图谱色谱峰较多,且以50%乙醇作为溶剂时,毛蕊异黄酮葡萄糖苷和黄芪甲苷峰面积较大,因此选择50%乙醇作为提取溶剂。

3.2 检测器的选择及色谱柱耐用性考察 因黄芪甲苷等三萜皂苷类成分紫外光谱吸收弱的特点,为全面评价黄芪化学成分的组成,本研究采用蒸发光检测器进行检测。蒸发光检测器可弥补紫外检测器的弱势检测区域,广泛应用于如皂苷类、内酯类、糖类及部分生物碱类等成分的定量分析^[23]。本研究比较了3个不同厂家(安捷伦 ZORBAX SB-C18、资生堂 CAPCELL PAK C18 MG III 和泰克美 TechMate C18-

ST)的色谱柱,经匹配后,3个厂家色谱柱的图谱之间相似度为0.990~0.997,表明本方法色谱柱的耐用性良好。

3.3 指纹图谱全面评价中药质量 《中国药典》规定黄芪的药用部位为干燥根,采收加工须除去须根和根头。本研究收集的A、B、C三批黄芪原料药材中,药材A直径较小且留有支根和须根。按《中国药典》标准检测其质量,3批药材中黄芪甲苷和毛蕊异黄酮葡萄糖苷含量的各项结果都符合《中国药典》规定,不能明确区分其质量。但是按本研究所建立的指纹图谱进行评价,黄芪原料药材B及其饮片的相似度最高,黄芪原料药材C及其饮片次之。这两组药材及饮片的质量与市场流通的黄芪质量相近,而黄芪原料药材A及其饮片的相似度最低,且均小于0.80。发现黄芪原料药材A的直径较小(可能种植时间较短)且含有须根与市场流通的主流黄芪的质量存在一定的差异性。上述结果进一步阐明了指纹图谱相较于以某个成分的含量作为指标可以更全面地评价中药的质量。

3.4 一致性评价结果 本研究首次横向对黄芪药材及其制备的不同类型饮片(传统饮片、煮散饮片、破壁饮片和配方颗粒)进行了一致性评价。评价结果显示,黄芪传统饮片、黄芪煮散饮片、黄芪破壁饮片与黄芪原料药材的相似度较高,一致性良好;其原因可能是3种饮片的炮制加工主要是切片或破碎,保留了原药材的全部组成成分。黄芪配方颗粒与黄芪原料药材、黄芪传统饮片、黄芪煮散饮片、黄芪破壁饮片之间的一致性均欠佳,推测原因是黄芪配方颗粒的制备工艺为水煎煮、浓缩、干燥,其煎煮、浓缩过程使黄芪中某些化学成分损失(尤其是难溶于水的成分)、转化、相互作用等,造成与未经煎煮的黄芪原料药材及饮片差异较大^[24-25]。

综上所述,本研究所建立的黄芪的HPLC指纹图谱法可对黄芪原料药材及其制备的不同类型饮片的质量一致性进行评价,能够反映黄芪不同类型饮片的内在质量,有助于为中药新型饮片的研制、质量控制和临床应用提供可靠依据。

(利益冲突声明:所有作者声明不存在利益冲突!)

参考文献:

- [1] 张爱霞,辛二旦,边甜甜,等.新型中药饮片的发展与趋势[J].中华中医药杂志,2019,34(2):474-476.
- [2] 初天哲,陈士林,刘友平,等.中药饮片发展进程及市场现状的分

- 析与思考[J]. 环球中医药, 2023, 16(3): 365-378.
- [3] 梅全喜, 郑依玲, 罗容, 等. 中药煮散的古代应用与现代研究新进展[J]. 时珍国医国药, 2023, 34(9): 2225-2228.
- [4] 陈士林, 黄志海, 丘小惠, 等. 中药精准煮散饮片[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2016, 18(9): 1430-1440.
- [5] 张代亮, 董新娜, 史磊, 等. 黄连配方颗粒与标准汤剂化学成分一致性研究[J]. 中成药, 2024, 46(9): 2851-2858.
- [6] 李友露, 徐剑, 缪艳燕, 等. 基于高效液相色谱指纹图谱和多成分含量的淫羊藿传统饮片、破壁粉与破壁饮片比较[J]. 中国药业, 2022, 31(9): 44-49.
- [7] 余甘树, 李娟. 基于多成分含量测定的制何首乌煮散饮片与原饮片煎煮质量比较研究[J]. 广州中医药大学学报, 2024, 41(7): 1873-1879.
- [8] 王祯, 张俊令, 焦宏基, 等. 黄芪有效成分的药理作用与质量控制研究进展[J]. 药物评价研究, 2023, 46(4): 917-924.
- [9] 杨芸艺, 杨宏杰, 张立娟, 等. 黄芪对气虚证2型糖尿病患者的临床疗效[J]. 中成药, 2024, 46(10): 3278-3283.
- [10] 徐世一, 刘秀波, 陆佳欣, 等. 黄芪活性成分抗肿瘤作用机制的研究进展[J]. 中草药, 2022, 53(23): 7613-7623.
- [11] SU H F, SHAKER S, KUANG Y, et al. Phytochemistry and cardiovascular protective effects of Huang-qi (Astragali Radix) [J]. Med Res Rev, 2021, 41(4): 1999-2038.
- [12] YOSHINO T, HORIBA Y, MIMURA M, et al. Oral Astragalus root supplementation for mild to moderate chronic kidney disease: a self-controlled case-series[J]. Front Pharmacol, 2022, 13: 775798.
- [13] 王青, 赵林华, 邱莎. 黄芪的临床应用及其用量探究[J]. 吉林中医药, 2018, 38(12): 1450-1454.
- [14] 陶雨凡, 董凡, 兀琦, 等. 《中国药典》2020年版含黄芪成方制剂分析及其现代研究进展[J]. 中国现代中药, 2023, 25(1): 202-209.
- [15] 陈娟红, 念君玉, 肖建平. 中药黄芪的药理作用及临床应用价值[J]. 临床合理用药, 2023, 16(12): 121-124.
- [16] 黄雪钦, 陈苑兰, 陈素慧. 2018~2019年某院中药配方颗粒的使用情况分析[J]. 中国处方药, 2022, 20(11): 54-56.
- [17] 初天哲, 陈士林, 刘友平, 等. 中药饮片发展进程及市场现状的分析与思考[J]. 环球中医药, 2023, 16(3): 365-378.
- [18] 刘东方, 赵丽娜, 李银峰, 等. 中药指纹图谱技术的研究进展及应用[J]. 中草药, 2016, 47(22): 4085-4094.
- [19] 徐妍, 杨华蕊, 杨永寿, 等. 中药指纹图谱研究现状及展望[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(76): 91-94.
- [20] 李延勋, 栗章彭, 颜世利, 等. 膜荚黄芪化学成分研究[J]. 中草药, 2017, 48(13): 2601-2607.
- [21] 唐冕, 许晓芬. 药用黄芪皂苷类化学成分及药理作用研究进展[J]. 中医药导报, 2018, 24(20): 117-122.
- [22] 何嘉郡, 秦晨, 贺廉清, 等. 黄芪黄酮类成分及其药理作用研究[J]. 辽宁中医药大学学报, 2024, 26(1): 112-119.
- [23] 曹邦静, 苏娟, 叶霁, 等. 蒸发光散射检测器在中药分析中的应用[J]. 药学实践杂志, 2015, 33(1): 13-16.
- [24] 孙岚萍, 顾志荣, 马转霞, 等. 黄芪饮片-标准汤剂-配方颗粒HPLC指纹图谱相关性研究[J]. 中草药, 2020, 51(10): 2781-2789.
- [25] 刘蓬蓬, 张凡, 史辑, 等. UPLC-MS/MS法测定不同温度定向炮制黄芪中8中苷类和4种苷元成分的含量[J]. 中国药房, 2020, 31(3): 287-293.

(编辑: 沈崇坤)