

· 药剂与炮制 ·

何首乌标准饮片的 HPLC 特征图谱分析

罗兰, 任晶, 翟文泽, 梁生旺*

(广东药科大学 中药学院, 国家中医药管理局中药数字化质量评价技术重点实验室,
广东高校中药质量工程技术研究中心, 广州 510006)

[摘要] **目的:**建立何首乌标准饮片的 HPLC 特征图谱,并与何首乌原形饮片、原料药材、对照药材的 HPLC 特征图谱进行对比分析。**方法:**采用 HPLC, Waters BEH-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm), 流动相甲醇(A)-0.1% 磷酸水溶液(B)梯度洗脱(0~20 min, 15%~30% A; 20~35 min, 30%~40% A; 35~55 min, 40%~75% A; 55~75 min, 75%~100% A), 柱温 30 ℃, 检测波长 270 nm, 流速 0.8 mL·min⁻¹, 进样量 10 μL; 对何首乌标准饮片及其原形饮片、原料药材、对照药材的 HPLC 特征图谱进行相似度分析和聚类分析。**结果:**构建了由 7 个色谱峰组成的何首乌标准饮片 HPLC 特征图谱; 何首乌标准饮片与原形饮片特征图谱的相似度达 0.999, 优于原料药材、对照药材与原形饮片特征图谱的相似度; 标准饮片与原形饮片的图谱在色谱峰个数上无明显差异, 而对照药材与原形饮片图谱在峰个数上有明显差异; 并且标准饮片与原形饮片、对照药材大体上聚为一类, 而原料药材大体上聚为一类。**结论:**相比较原料药材和对照药材, 所建立的何首乌标准饮片 HPLC 特征图谱能更好地反映原形饮片的内在质量, 可用于何首乌饮片的质量控制。

[关键词] 何首乌; 标准饮片; 2, 3, 5, 4'-四羟基反式二苯乙烯-2-O-β-D-吡喃葡萄糖苷; 大黄素; 大黄素甲醚; 特征图谱; 聚类分析

[中图分类号] R22; R283; R943.1; C37; O657.7 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2019)16-0091-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20191347

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20190319.1111.003.html>

[网络出版时间] 2019-03-20 9:15

Analysis of HPLC Characteristic Chromatogram of Standard Pieces of *Polygoni Multiflori Radix*

LUO Lan, REN Jing, ZHAI Wen-ze, LIANG Sheng-wang*

(Key Laboratory of Digital Quality Evaluation Technology of Chinese Materia Medica, State Administration of Traditional Chinese Medicine (TCM), Engineering Technology Research Center for Chinese Materia Medica Quality of Universities in Guangdong Province, School of TCM, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510006, China)

[Abstract] **Objective:** To establish HPLC characteristic chromatogram of standard pieces of *Polygoni Multiflori Radix*, and compare with the HPLC characteristic chromatograms of original pieces, raw materials and control materials of *Polygoni Multiflori Radix*. **Method:** HPLC analysis was carried out on a Waters BEH-C₁₈ column (4.6 mm × 250 mm, 5 μm) with the mobile phase of methanol (A) -0.1% phosphoric acid (B) for gradient elution (0-20 min, 15%-30% A; 20-35 min, 30%-40% A; 35-55 min, 40%-75% A; 55-75 min, 75%-100% A) at a flow rate of 0.8 mL·min⁻¹. The detection wavelength was set at 270 nm and the column temperature was maintained at 30 ℃. The injection volume was 10 μL. Moreover, similarity and cluster analysis of HPLC

[收稿日期] 20190117(010)

[基金项目] 国家科技部科技基础性工作专项(2014FY111100-6)

[第一作者] 罗兰, 博士, 高级实验师, 从事中药药效物质基础及质量控制研究, Tel: 020-39352612, E-mail: luolan1105@126.com

[通信作者] * 梁生旺, 教授, 从事中药药效物质基础及质量控制研究, Tel: 020-39352172, E-mail: swliang371@126.com

characteristic chromatograms of four samples of *Polygoni Multiflori Radix* were performed. **Result:** HPLC characteristic chromatogram of standard pieces of *Polygoni Multiflori Radix* composed of seven peaks was established. The similarity was 0.999 between characteristic chromatograms of standard pieces and original pieces, which was better than similarities among characteristic chromatograms of raw materials, control materials and original pieces. There was no obvious difference on number of peaks between characteristic chromatograms of standard pieces and original pieces, while an obvious difference on number of peaks between chromatograms of control materials and original pieces was found. In addition, standard pieces, original pieces and control materials could generally gather into one class, while raw materials could generally gather into another class. **Conclusion:** Compared with the raw materials and control materials, the established HPLC characteristic chromatogram of standard pieces can better reflect the internal quality of original pieces, which can be used for the quality control of decoction pieces of *Polygoni Multiflori Radix*.

[**Key words**] *Polygoni Multiflori Radix*; standard pieces; 2, 3, 5, 4'-tetrahydroxy trans-stilbene-2-*O*- β -*D*-glucopyranoside; emodin; physcion; characteristic chromatogram; cluster analysis

目前,大多数中药饮片缺乏专属、科学、客观的质量控制标准,仍借用或套用中药材的标准^[1]。然而中药材经过炮制加工,化学成分的结构或含量会发生相应变化^[2],使得药材与饮片之间,其性味归经和功能主治有所区别。提示中药材标准显然不能反映炮制前后饮片的质量内涵变化。

中药标准饮片是按标准炮制工艺生产,经鉴定、标化合格后,用于鉴别中药饮片及其制剂的对照物质,其与化学对照品、对照药材及对照提取物共同构成了中药质量评价标准物质体系^[3]。中药标准饮片能提供丰富的饮片性状、化学信息,弥补以单体化学成分作为参照时出现的检测信息不足^[4]。相比较对照药材,中药标准饮片的优势在于从整体上体现炮制作用,可以更加专属、准确地评价生制饮片质量,保障中药饮片的安全性、有效性和质量可控性。中药标准饮片可以作为标准物用于中药饮片和中成药的质量控制。为便于取样和检测,标准饮片以粉末的形式存在,质量稳定一致的标准饮片也称为均匀化饮片^[5-9]。

何首乌具有解毒、消痈、截疟、润肠通便的功效,主产于河南、广东、广西等地,其中广东德庆所产何首乌品质优良、种植历史悠久,是道地品种。前期通过采集广东德庆道地产区何首乌原料药材并炮制加工成原形饮片,结合现代分析技术,对何首乌标准饮片的均匀化方法进行研究,优选了最佳均匀化方法^[10]。在此基础上,本实验拟采用 HPLC 建立何首乌标准饮片特征图谱^[11],并与何首乌原形饮片、原料药材、对照药材特征图谱进行相似度分析和聚类分析,以期为该标准饮片用于何首乌饮片的质量控制提供实验依据。

1 材料

e2695 型高效液相色谱仪(美国 Waters 公司), AG245 型电子天平(德国赛多利斯公司)。2,3,5,4'-四羟基反式二苯乙烯-2-*O*- β -*D*-吡喃葡萄糖苷、大黄素、大黄素甲醚对照品(批号分别为 110844-201512, 110756-201512, 110758-201415, 纯度均 > 98%) 和何首乌对照药材(批号 120934-201410) 均购自中国食品药品检定研究院,何首乌标准饮片(自制)。采集道地产区不同来源的 10 批次何首乌,经广东药科大学刘基柱副教授鉴定为蓼科植物何首乌 *Polygonum multiflorum* 的干燥块根,由广州健泽药业有限公司按照规范的产地加工方法进行加工,得何首乌原料药材;对何首乌原料药材进行拣选、清洗、切片、干燥、包装等处理,得何首乌原形饮片;采用最佳均匀化方法(粉碎时间 30 s,投料量 1/3 体积,粉碎 3 次)对何首乌原形饮片进行加工,得何首乌标准饮片。10 批次何首乌标准饮片及其原形饮片、原料药材的产地与批号见表 1。

2 方法与结果

2.1 色谱条件 Waters BEH-C₁₈ 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μ m), 流动相甲醇(A)-0.1% 磷酸水溶液(B) 梯度洗脱(0 ~ 20 min, 15% ~ 30% A; 20 ~ 35 min, 30% ~ 40% A; 35 ~ 55 min, 40% ~ 75% A; 55 ~ 75 min, 75% ~ 100% A), 柱温 30 $^{\circ}$ C, 检测波长 270 nm, 流速 0.8 mL·min⁻¹, 进样量 10 μ L。

2.2 对照品溶液的制备 精密称取 2,3,5,4'-四羟基反式二苯乙烯-2-*O*- β -*D*-吡喃葡萄糖苷 9.36 mg, 大黄素 5.41 mg, 大黄素甲醚 6.01 mg, 分别置于 5, 10, 100 mL 量瓶中, 加甲醇溶解并定容, 摇匀, 作为对照品储备液。分别精密移取各储备液适量, 加

表 1 何首乌标准饮片及其原形饮片、原料药材的样品信息

Table 1 Sample information of standard pieces, original pieces and raw materials of Polygoni Multiflori Radix

产地	原料药材		原形饮片		标准饮片	
	编号	批号	编号	批号	编号	批号
莫村镇双楼村	X1	160911	Y1	160921	B1	161001
莫村镇古有村	X2	160912	Y2	160922	B2	161002
莫村镇太完村	X3	160913	Y3	160923	B3	161003
高良镇朋村	X4	160914	Y4	160924	B4	161004
莫村镇太完村沙地边	X5	160915	Y5	160925	B5	161005
新圩镇历麻村	X6	160916	Y6	160926	B6	161006
凤村宝坪村	X7	160917	Y7	160927	B7	161007
播植镇植村	X8	160918	Y8	160928	B8	161008
悦城镇沙尾村	X9	160919	Y9	160929	B9	161009
莫村镇古有村	X10	160920	Y10	160930	B10	161010

甲醇制成质量浓度为 $400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 2,3,5,4'-四羟基反式二苯乙烯-2-O- β -D-吡喃葡萄糖苷对照品溶液,以及质量浓度分别为 $27, 12 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的大黄素、大黄素甲醚混合对照品溶液。

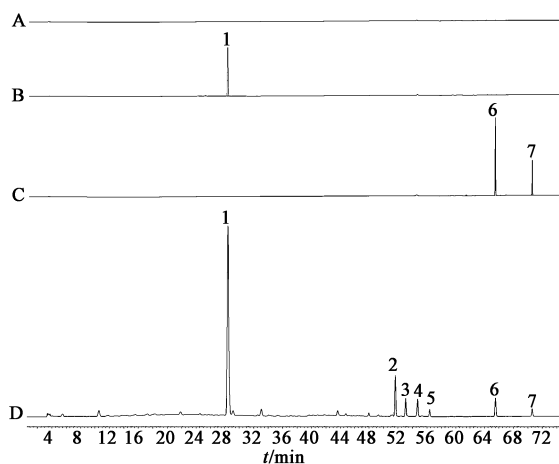
2.3 供试品溶液的制备 取何首乌样品粉末(过四号筛,标准饮片直接取样)0.5 g,精密称定,精密加入甲醇 25 mL,称定质量,回流提取 60 min,放冷,加甲醇补足减失的质量,滤过。临用前过 $0.45 \mu\text{m}$ 微孔滤膜,取续滤液作为供试品溶液。

2.4 专属性考察 按 2.3 项下方法制备何首乌标准饮片供试品溶液,分别吸取供试品溶液、对照品溶液及提取溶剂适量,按 2.1 项下色谱条件测定,结果显示该方法专属性良好。见图 1。

2.5 精密度试验 按 2.3 项下方法制备何首乌标准饮片供试品溶液,取同一批样品溶液连续进样 6 次,按 2.1 项下色谱条件测定。结果峰 1~7 相对保留时间的 RSD 均 $< 0.2\%$,相对峰面积的 RSD 均 $\leq 2.5\%$,表明仪器精密度良好。

2.6 稳定性试验 按 2.3 项下方法制备何首乌标准饮片供试品溶液,分别于制备后 0,4,8,12,16,24 h 按 2.1 项下色谱条件测定,结果峰 1~7 相对保留时间的 RSD 均 $\leq 0.1\%$,相对峰面积的 RSD 均 $\leq 2.9\%$,表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.7 重复性试验 取同一批何首乌标准饮片,按 2.3 项下方法平行制备 6 份供试品溶液,按 2.1 项下色谱条件测定。计算峰 1~7 相对保留时间的 RSD 均 $\leq 0.2\%$,相对峰面积的 RSD 均 $\leq 2.6\%$,表明该方法重复性良好。

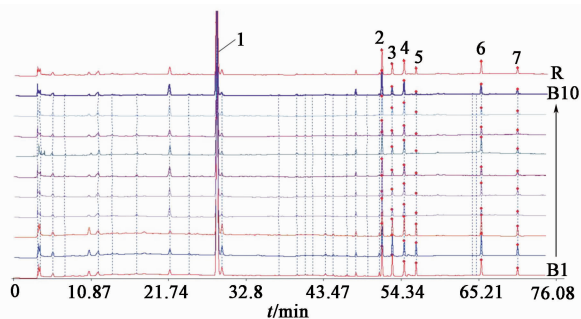


A. 空白溶剂;B,C. 对照品;D. 供试品;1. 2,3,5,4'-四羟基反式二苯乙烯-2-O- β -D-吡喃葡萄糖苷;6. 大黄素;7. 大黄素甲醚

图 1 何首乌标准饮片的 HPLC

Fig. 1 HPLC chromatograms of standard pieces of Polygoni Multiflori Radix

2.8 特征图谱的建立及色谱峰的归属 按 2.1 项下色谱条件对 10 批何首乌标准饮片、原形饮片、原料药材进行测定,采用“中药色谱特征图谱相似度评价系统”(2012 版)进行分析。结果发现了 7 个特征峰,其中峰 1 为 2,3,5,4'-四羟基反式二苯乙烯-2-O- β -D-吡喃葡萄糖苷,峰 6 为 大黄素,峰 7 为 大黄素甲醚,见图 2~4。



R. 对照指纹图谱(表 2~4 和图 3,4 同)

图 2 10 批何首乌标准饮片的 HPLC 特征谱

Fig. 2 HPLC chromatograms of 10 batches of standard pieces of Polygoni Multiflori Radix

2.9 特征图谱相似度评价及对比 采用相似度软件计算 10 批何首乌标准饮片、原形饮片、原料药材特征图谱共有峰的相似度,见表 2~4。对 10 批何首乌标准饮片、原形饮片、原料药材生成的对照图谱以及何首乌对照药材特征图谱进行相似度分析,结果发现何首乌标准饮片与原形饮片特征图谱的相似度高达 0.999,优于原料药材、对照药材与原形饮片特征图谱的相似度,见表 5。比较何首乌标准饮片、

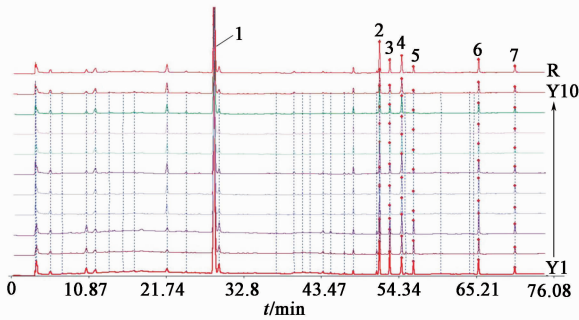


图 3 10 批何首乌原形饮片的 HPLC 特征谱
Fig. 3 HPLC chromatograms of 10 batches of original pieces of Polygoni Multiflori Radix

原形饮片、原料药材的对照图谱与对照药材的指纹图谱,见图 5,结果发现与原形饮片的图谱相比,

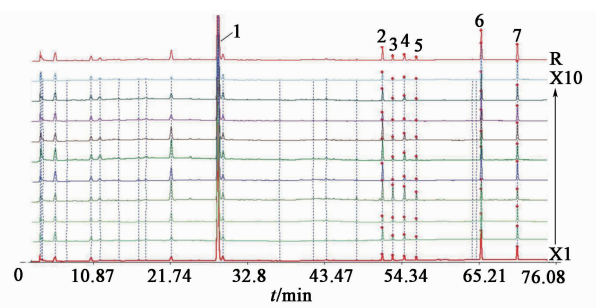


图 4 10 批何首乌原料药材的 HPLC 特征谱
Fig. 4 HPLC chromatograms of 10 batches of raw materials of Polygoni Multiflori Radix

标准饮片图谱在色谱峰个数上没有明显差异,而对对照药材图谱的色谱峰个数增多。

表 2 10 批何首乌标准饮片的相似度分析

Table 2 Similarity analysis of 10 batches of standard pieces of Polygoni Multiflori Radix

编号	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	R
B1	1.000	1.000	0.999	0.994	0.996	0.994	0.994	0.996	0.993	0.993	0.996
B2	1.000	1.000	0.999	0.994	0.996	0.994	0.994	0.996	0.993	0.993	0.996
B3	0.999	0.999	1.000	0.994	0.996	0.994	0.994	0.996	0.993	0.993	0.996
B4	0.994	0.994	0.994	1.000	0.999	1.000	0.995	0.999	1.000	0.999	0.999
B5	0.996	0.996	0.996	0.999	1.000	0.999	0.997	0.999	0.998	0.999	1.000
B6	0.994	0.994	0.994	1.000	0.999	1.000	0.994	0.999	0.999	0.999	0.999
B7	0.994	0.994	0.994	0.995	0.997	0.994	1.000	0.995	0.994	0.996	0.996
B8	0.996	0.996	0.996	0.999	0.999	0.999	0.995	1.000	0.999	0.998	1.000
B9	0.993	0.993	0.993	1.000	0.998	0.999	0.994	0.999	1.000	0.999	0.999
B10	0.993	0.993	0.993	0.999	0.999	0.999	0.996	0.998	0.999	1.000	0.999
R	0.996	0.996	0.996	0.999	1.000	0.999	0.996	1.000	0.999	0.999	1.000

表 3 10 批何首乌原形饮片的相似度分析

Table 3 Similarity analysis of 10 batches of original pieces of Polygoni Multiflori Radix

编号	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	R
Y1	1.000	0.999	0.999	0.994	0.997	0.996	0.997	0.996	0.996	0.996	0.997
Y2	0.999	1.000	0.999	0.995	0.997	0.996	0.997	0.997	0.997	0.996	0.997
Y3	0.999	0.999	1.000	0.996	0.998	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.998
Y4	0.994	0.995	0.996	1.000	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999
Y5	0.997	0.997	0.998	0.999	1.000	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000
Y6	0.996	0.996	0.997	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000
Y7	0.997	0.997	0.997	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000
Y8	0.996	0.997	0.997	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000
Y9	0.996	0.997	0.997	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Y10	0.996	0.996	0.997	0.999	1.000	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000
R	0.997	0.997	0.998	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

表 4 10 批何首乌原料药材的相似度分析

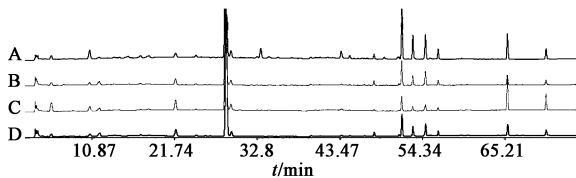
Table 4 Similarity analysis of 10 batches of raw materials of Polygoni Multiflori Radix

编号	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	R
X1	1.000	0.998	0.999	0.990	0.997	0.995	0.997	0.999	0.998	0.999	0.999
X2	0.998	1.000	0.997	0.991	0.998	0.996	0.998	0.999	0.999	0.998	0.999
X3	0.999	0.997	1.000	0.991	0.998	0.994	0.997	0.998	0.996	0.998	0.998
X4	0.990	0.991	0.991	1.000	0.994	0.995	0.996	0.990	0.991	0.988	0.993
X5	0.997	0.998	0.998	0.994	1.000	0.997	0.999	0.998	0.998	0.997	0.999
X6	0.995	0.996	0.994	0.995	0.997	1.000	0.999	0.997	0.998	0.996	0.998
X7	0.997	0.998	0.997	0.996	0.999	0.999	1.000	0.998	0.998	0.997	0.999
X8	0.999	0.999	0.998	0.990	0.998	0.997	0.998	1.000	1.000	0.999	1.000
X9	0.998	0.999	0.996	0.991	0.998	0.998	0.998	1.000	1.000	0.999	0.999
X10	0.999	0.998	0.998	0.988	0.997	0.996	0.997	0.999	0.999	1.000	0.999
R	0.999	0.999	0.998	0.993	0.999	0.998	0.999	1.000	0.999	0.999	1.000

表 5 何首乌标准饮片、原形饮片、原料药材、对照药材特征图谱的相似度分析

Table 5 Similarity analysis between contrast maps of standard pieces, original pieces, raw materials and control materials of Polygoni Multiflori Radix

样品	原形饮片	标准饮片	原料药材	对照药材
原形饮片	1.000	0.999	0.991	0.996
标准饮片	0.999	1.000	0.992	0.995
原料药材	0.991	0.992	1.000	0.989
对照药材	0.996	0.995	0.989	1.000



A. 对照药材; B. 原形饮片; C. 原料药材; D. 标准饮片

图 5 何首乌标准饮片、原形饮片、原料药材、对照药材的 HPLC 特征谱比较

Fig. 5 Contrast of HPLC chromatograms of standard pieces, original pieces, raw materials and control materials of Polygoni Multiflori Radix

2.10 系统聚类分析 以 10 批何首乌标准饮片、原形饮片、原料药材及对照药材(D)作为研究对象,选择峰 1(2,3,5,4'-四羟基反式二苯乙烯-2-O-β-D-吡喃葡萄糖苷)为参照峰,计算其他特征峰的相对峰面积。利用 SPSS 20.0 软件,采用组间平均距离联接法,选用平方欧氏距离为样品的测度,对其进行聚类分析,见图 6。结果显示何首乌标准饮片与原形饮片、对照药材大体上聚为一类,而原料药材大体上

聚为一类。

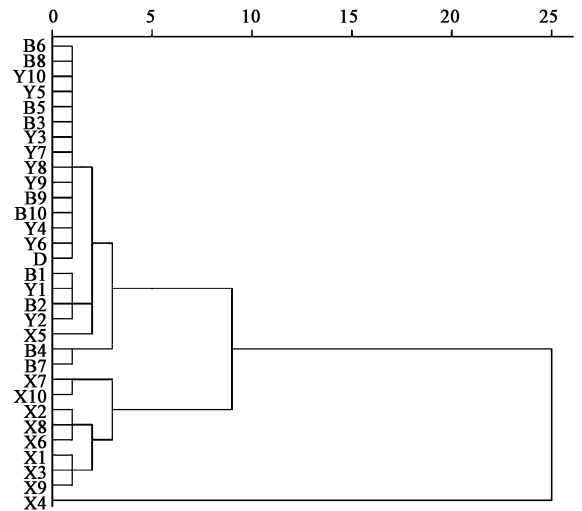


图 6 何首乌标准饮片、原形饮片、原料药材及对照药材的聚类分析

Fig. 6 Cluster analysis of standard pieces, original pieces, raw materials and control materials of Polygoni Multiflori Radix

3 讨论

中药材经炮制后加工成饮片,其化学成分的结构或含量都发生了相应的变化,而且炮制程度或方法不同的制片,其性味归经和功能主治均有一定区别,中药材标准显然不能准确反映炮制前后饮片的内涵变化。而标准饮片作为标准物质,能科学、准确地反映中药饮片的属性特征和科学内涵。

预试验对色谱条件进行了优化,经查阅文献[12-15],流动相系统选择甲醇-水、甲醇-0.01%磷酸水溶液、甲醇-0.1%磷酸水溶液、甲醇-0.4%磷酸水溶液、乙腈-水、乙腈-0.01%磷酸水溶液、乙腈-0.1%磷酸水溶液、乙腈-0.4%磷酸水溶液进行梯度

洗脱,从色谱峰数量、色谱峰分离度以及拖尾因子等角度考虑,最终选择了流动相甲醇-0.1%磷酸水溶液。后续参照文献[16-17],确定特征图谱的梯度洗脱条件。

本实验选择了重复性和分离度均较好的 7 个色谱峰作为特征峰,其中峰 1 为 2,3,5,4'-四羟基反式二苯乙烯-2-O- β -D-吡喃葡萄糖苷,峰 6 为大黄素,峰 7 为大黄素甲醚。本研究构建了由 7 个特征峰组成的何首乌标准饮片特征图谱,并对何首乌标准饮片、原形饮片、原料药材、对照药材特征图谱进行了分析,结果发现何首乌标准饮片与原形饮片特征图谱的相似度高达 0.999,优于原料药材、对照药材与原形饮片特征图谱的相似度;并且发现标准饮片与原形饮片图谱在峰个数上没明显差异,而对照药材与原形饮片图谱在峰个数上有明显差异。聚类分析结果表明何首乌原料药材经切制加工后其内涵发生改变,原料药材与原形饮片存在一些差异,而标准饮片与原形饮片的差异较小。综上所述,相比较原料药材与对照药材,所建立的何首乌标准饮片 HPLC 特征图谱更能准确地反映原形饮片的属性特征和科学内涵,可用于何首乌饮片的质量控制。

[参考文献]

[1] 石燕红. 中药材及中药饮片质量控制措施[J]. 山西医药杂志, 2018, 47(18): 2229-2230.

[2] 吴菊芳, 黄少君. 中药炮制对中药饮片的化学成分及疗效的影响[J]. 中国现代药物应用, 2018, 12(12): 207-208.

[3] 李丽, 刘颖, 肖永庆. 中药标准饮片作为标准物质应用若干问题探讨[J]. 北京中医药大学学报, 2015, 38(6): 411-412, 419.

[4] 肖永庆, 李丽, 刘颖. 加快中药标准饮片作为标准物质的研究[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(13): 2428-2431.

[5] 王新杰, 王英姿, 肖永庆, 等. 川楝子与炒川楝子标准饮片的均匀化工艺研究[J]. 现代中药研究与实践, 2018, 32(6): 53-57.

[6] 高笑笑, 李霞, 苗静, 等. 天麻炮制及其标准饮片的均匀化工艺研究[J]. 天津中医药大学学报, 2018, 37(6): 500-505.

[7] 翟文泽, 任晶, 孟江, 等. 制何首乌标准饮片的均匀化工艺研究[J]. 广东药科大学学报, 2017, 33(2): 172-176.

[8] 李水清, 孙萌, 梁生旺, 等. 焦槟榔标准饮片均匀化方法及质量控制的研究[J]. 中药材, 2018, 41(7): 1699-1702.

[9] 窦珮丹, 李克宁, 龙琴, 等. 槟榔标准饮片均匀化方法研究[J]. 亚太传统医药, 2017, 13(9): 15-18.

[10] 任晶, 翟文泽, 梁生旺, 等. 何首乌标准饮片均匀化方法研究[J]. 亚太传统医药, 2017, 13(6): 16-19.

[11] 王芳, 于欢, 李凤琴, 等. 枳实制白术的炮制工艺优选及 HPLC 特征图谱分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(17): 6-13.

[12] 苏晓, 冯伟红, 李娆娆, 等. 不同产地加工方法对何首乌饮片质量的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(13): 18-23.

[13] 卢吉燕, 龙明. 不同炮制工艺对何首乌有效成分含量的影响[J]. 河南中医, 2015, 35(12): 3190-3192.

[14] 王焱. 高效液相色谱法同时测定制何首乌中多种活性成分[J]. 亚太传统医药, 2016, 12(19): 45-47.

[15] 郑英, 李玮, 赵贵, 等. 基于过程控制的何首乌产地加工与炮制一体化方法分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(15): 29-35.

[16] 朱培芳, 赵紫伟, 赵荣华, 等. 高效液相色谱法测定 12 个市售地何首乌中有效成分的含量[J]. 中华中医药杂志, 2014, 29(11): 3605-3607.

[17] 钟国跃, 张倩, 瞿显友. HPLC 测定不同生长年限及采收期何首乌中二苯乙烯苷和蒽醌类成分的含量[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(10): 1221-1225.

[责任编辑 刘德文]