

- [S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.
- [18] Liao S G, Zhang L J, Sun F, et al. Antibacterial and anti-inflammatory effects of extracts and fractions from *Polygonum capitatum* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2011, 134 (3): 1006-1009.
- [19] He C Y, Fu J, Ma J Y, et al. Biotransformation and *in vitro* metabolic profile of bioactive extracts from a traditional miao-nationality herbal medicine, *Polygonum capitatum* [J]. *Molecules*, 2014, 19(7): 10291-10308.

不同产地当归藤 HPLC 指纹图谱

阙祖亮¹, 庞丹清¹, 陈勇^{1*}, 陈子隽¹, 李金洲¹, 魏江存²

(1. 广西中医药大学, 广西 南宁 530001; 2. 广西国际壮医医院, 广西 南宁 530201)

摘要: 目的 建立不同产地当归藤 HPLC 指纹图谱。方法 当归藤 85% 甲醇提取物的分析采用 Phenomenex C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm×250 mm, 5 μm); 流动相乙腈-0.1% 磷酸水, 梯度洗脱; 体积流量 0.8 mL/min; 柱温 30 °C; 检测波长 225 nm。对结果进行聚类分析和主成分分析。结果 12 批样品指纹图谱中有 12 个共有峰, 相似度均大于 0.940, 并指认了没食子酸, 儿茶素; 聚类分析将 12 批样品分为 2 类。结论 该方法准确稳定, 重复性好, 可用于当归藤药材的质量控制。

关键词: 当归藤; 指纹图谱; HPLC; 聚类分析; 主成分分析

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2020)02-0415-08

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2020.02.027

HPLC fingerprints of *Embelia parviflora* from different growing areas

QUE Zu-liang¹, PANG Dan-qing¹, CHEN Yong^{1*}, CHEN Zi-jun¹, LI Jin-zhou¹, WEI Jiang-cun²
(1. Guangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanning 530001, China; 2. International Hospital of Guangxi Zhuang Medicine, Nanning 530201, China)

KEY WORDS: *Embelia parviflora* Wall. ex A. DC; fingerprints; HPLC; cluster analysis; principal component analysis

当归藤为紫金牛科酸藤子属植物当归藤 *Embelia parviflora* Wall. ex A. DC. 的根与老藤^[1], 具有补血活血、强腰膝等功效, 常用于治疗血虚诸证、月经不调、腰腿疼痛等^[1-3]。当归藤是广西民间地方的传统药物, 是壮族瑶族人民在长期与疾病斗争过程中积累起来用于防治疾病的重要药材^[4]。

目前国内有关当归藤的报道并不是很多, 课题组前期做了当归藤的化学成分预实验^[5], 并从石油醚部位得到 4 个化合物, 鉴定其中的 2 个化合物为豆甾醇和维生素 E^[6], 同时研究了其中红色素的抗氧化作用^[7], 运用 GC-MS 分析了当归藤挥发油

的有关成分^[8], 在药理作用方面做了毒性、抗炎、镇痛、抗凝血作用的研究^[9-10]。迄今对于当归藤药材质量控制的研究仅有单一成分的含有量测定、显微鉴定报道^[11-15], 为深入开发利用当归藤药材, 拟建立其相应的质量控制方法。根据中药多成分、多靶点协同作用的特点, 本实验采用 HPLC 法对 12 批不同产地样品进行测定, 初步建立能整体表征中药所含成分及其质量的 HPLC 指纹图谱^[16-17]。根据 HPLC 指纹图谱, 共标定 12 个共有峰, 并鉴定其中的 2 种特征峰的成分 (儿茶素和没食子酸)。运用 IBM SPSS Statistics 22.0 软件及 2012 版

收稿日期: 2019-02-16

基金项目: 国家自然科学基金委地区基金项目 (81660701); 广西高校中药提取纯化与质量分析重点实验室 (桂教科研〔2014〕6); 2017 年研究生教育创新计划资助项目 (YJSZ201712)

作者简介: 阙祖亮, 男, 硕士生, 研究方向为药物质量控制。Tel: 15277719854, E-mail: 15277719854@163.com

*通信作者: 陈勇, 男, 教授, 硕士生导师, 从事中药及其制剂质量分析研究。Tel: 18978947922, E-mail: 448614007@qq.com

中药色谱指纹图谱相似度评价系统对12批不同产地的当归藤药材进行分析,以期为其开发利用提供依据。

1 材料

Thermo U3000 超高效液相色谱仪(美国 Thermo Barnstead 公司); Bruke RmierOTOF-Q II型液质联用型高分辨串联质谱仪(德国 Bruke 公司)。e2695 型高效液相色谱仪(美国沃特世科技有限公司); BSA224S 电子天平(德国赛多利斯科学仪器有限公司); TG16-WS 离心机(湖南湘仪离心机仪器有限公司); KQ-500DE 型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司); Simplicity-185 纯水机(德国 Millipore 公司)。

乙腈(色谱纯,美国赛默飞世尔科技有限公司);磷酸(西陇化工股份有限公司)。对照品儿茶素(批号 110877-201715)、没食子酸(批号 110831-201717) 均购自中国食品药品检定研究院。水为超纯水,其他试剂均为分析纯。

实验所用药材来源及相关信息见表 1,经广西中医药大学药用植物教研室梁子宁副教授鉴定为当归藤 *Embelia parviflora* Wall. ex A. DC. 的根与老藤。

表 1 样品信息

Tab. 1 Information of samples

编号	来源	采集时间	相似度
S1	广西贺州市八步区	2017.06.02	0.973
S2	广西防城港市防城区	2017.06.04	0.998
S3	广西崇左市扶绥县	2017.06.05	0.981
S4	广西贺州市富川瑶族自治县	2017.06.10	0.947
S5	广西桂林市恭城瑶族自治县	2017.06.14	0.997
S6	广西来宾市金秀瑶族自治县	2017.07.08	0.995
S7	广西桂林市荔浦县	2017.09.11	0.998
S8	广西百色市那坡县	2017.09.15	0.998
S9	广西玉林市容县	2017.09.19	0.992
S10	广西崇左市天等县	2017.09.22	0.991
S11	广西贺州市昭平县	2017.09.27	0.983
S12	广西贺州市钟山县	2017.09.30	0.943

2 方法

2.1 色谱条件 采用 Phenomenex C₁₈ 色谱柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm);流动相乙腈(A)-0.1%磷酸水溶液(B),梯度洗脱(0~15 min, 3% A; 15~25 min, 8% A; 25~60 min, 8%~12% A; 60~80 min, 12% A);体积流量 0.8 mL/min;柱温30 °C;检测波长 225 nm;进样量 10 μL。

2.2 对照品溶液制备 取儿茶素及没食子酸对照品各适量,精密称定,制成每 1 mL 含对照品儿茶

素 1.012 mg、没食子酸 0.416 mg 的贮备液,备用。各取上述贮备液 200 μL,置 5 mL 量瓶中,定容,制成每 1 mL 含儿茶素 40.48 μg、没食子酸 16.64 μg 的对照品溶液。

2.3 供试品溶液制备 称取 1.0 g 当归藤药材粉末,过 40 目筛,置于 50 mL 锥形瓶中,精密加入 85% 甲醇 20 mL,称定质量,超声处理(功率 250 W, 频率 35 kHz) 1 h。放冷,再称定质量,用 85% 甲醇补足减失质量,摇匀,滤过。将滤液转移至蒸发皿浓缩至干,残渣用 85% 甲醇溶解,并转移至 2 mL 量瓶中,用 85% 甲醇定容,再过 0.22 μm 微孔滤膜,即得。

2.4 方法学考察

2.4.1 精密度试验 取广西恭城产地药材(S5),按“2.3”项下方法制备供试品溶液,在“2.1”项色谱条件下连续测定 6 次,以 6 号峰的保留时间和峰面积为参照,分别统计各共有峰的保留时间和峰面积,测得 12 个共有峰相对保留时间与相对峰面积 RSD 分别小于 1%、3%,表明仪器精密度良好。

2.4.2 重复性试验 称取同一药材粉末 6 份,按“2.3”项下方法制备供试品溶液,在“2.1”项色谱条件下,以 6 号峰的保留时间和峰面积为参照,测得 12 个共有峰相对保留时间与相对峰面积的 RSD 分别小于 1%、3%,表明该方法重复性良好。

2.4.3 稳定性试验 称取同一药材粉末,按“2.3”项下方法制备供试品溶液,在“2.1”项色谱条件下,分别于 0、2、4、8、12、24 h 进样,以 6 号峰的保留时间和峰面积为参照,测得 12 个共有峰相对保留时间与相对峰面积的 RSD 分别小于 1%、3%,表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.5 特征峰指认 考虑出峰时间、峰形等因素,并比较样品与对照品的色谱图谱,初步判断 1 号峰为没食子酸,6 号峰为儿茶素,将 6 号峰确定为特征峰。为进一步确认这 2 种成分,采用液质联用方法对当归藤药材中的没食子酸和儿茶素成分进行分析鉴定。

2.5.1 色谱条件 Thermo Gold C₁₈ 色谱柱(2.1 mm×100 mm, 1.8 μm);流动相 0.1% 甲酸水,含 20 mmol/L 乙酸铵(A)-乙腈(B),梯度洗脱(0~2 min, 10%~30% B; 2~6 min, 30%~50% B; 6~8 min, 50%~95% B; 8~11 min, 95% B; 11~11.1 min, 95%~10% B; 11.1~15 min,

10% B); 体积流量 0.3 mL/min; 柱温 30 °C; 进样量 0.2 μL。

2.5.2 质谱条件 离子源为 HESI; 辅助气体体积流量 10 μL/min; 辅助气温度 300 °C; 离子传输管温度 320 °C; 正离子模式下, 鞘气体积流量 40 μL/min; 喷雾电压 3.50 kV; 负离子模式下,

鞘气体积流量 3 μL/min; 喷雾电压 2.80 kV; *m/z* 扫描范围 100~750。

2.5.3 结果分析 图 1~5 显示, 在相同保留时间处 MS 一级二级图谱中的碎片离子, 对照品的离子碎片与当归藤样品中相应峰的离子碎片一致。

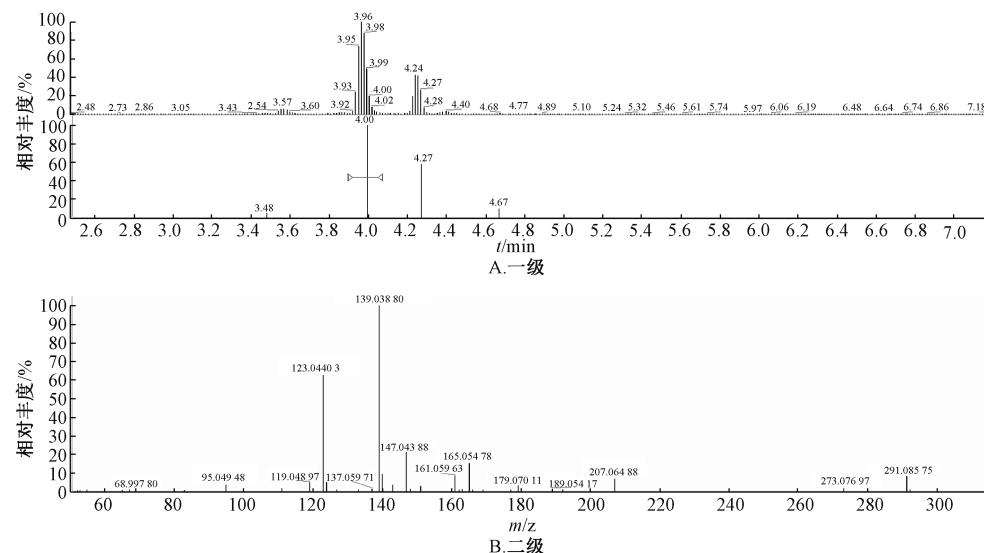


图 1 当归藤品质谱图

Fig. 1 Mass spectrum of *E. parviflora* samples

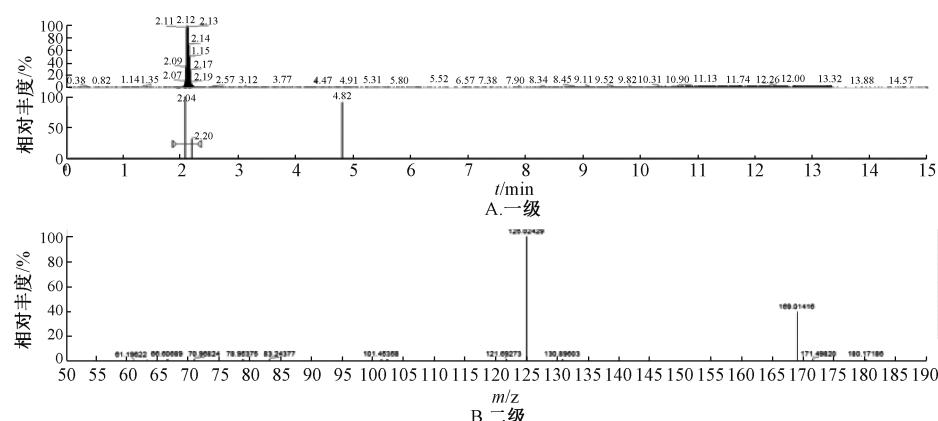


图 2 负离子模式下没食子酸样品品质谱图

Fig. 2 Mass spectrum with negative ion mode of gallic acid samples

3 结果

3.1 指纹图谱建立 按“2.3”项下方法制备 12 批不同产地的当归藤药材供试品溶液, 在“2.1”项色谱条件下进样, 采集 12 批样品色谱图, 将其导入 2012 版中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件, 以 S5 号的图谱为参照图谱, 标定 12 个共有峰, 并指认 1 号峰为没食子酸、6 号峰为儿茶素, 以出峰稳定的 6 号峰为参照峰, 生成当归藤共有模式的指纹图谱, 见图 6~7。

3.2 相似度分析 将 12 批样品的色谱图导入 2012 版中药色谱指纹图谱相似度评价系统软件中, 选择广西恭城产地当归藤药材作为参照图谱, 以中位数作为对照图谱的生成方法, 采多点校正, 时间窗 0.1 min, 全峰匹配, 建立对照图谱。通过相似度计算结果分析得知, 12 批样品指纹图谱与对照图谱的相似度大于 0.940, 表明各产地药材的化学成分有较好的一致性, 但各化学成分含有量存在一定差异。

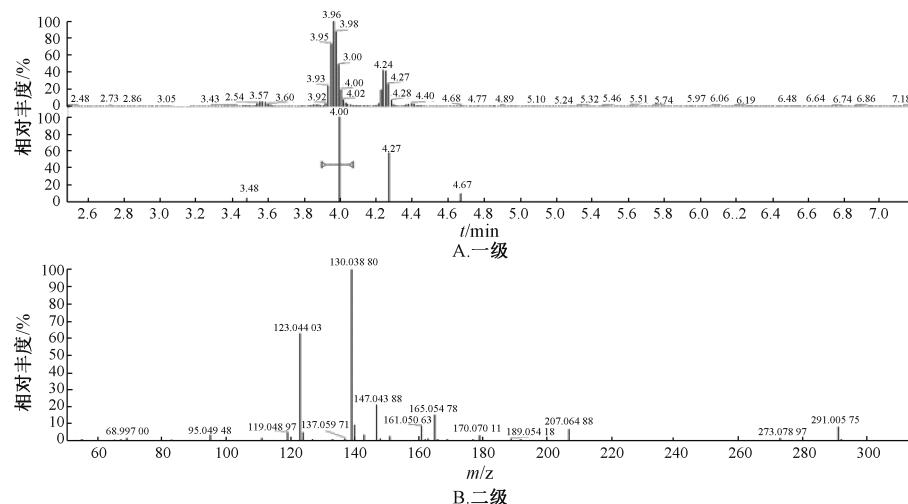


图3 儿茶素样品质谱图

Fig. 3 Mass spectrum of catechin samples

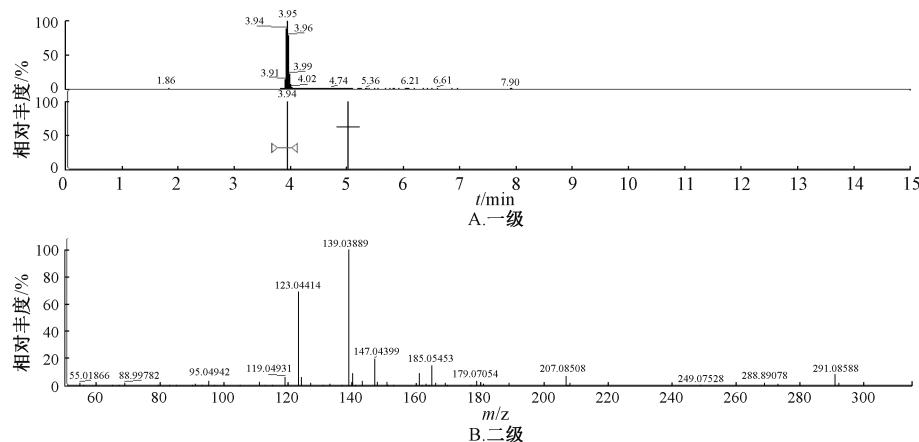


图4 儿茶素对照品质谱图

Fig. 4 Mass spectrum of catechin reference

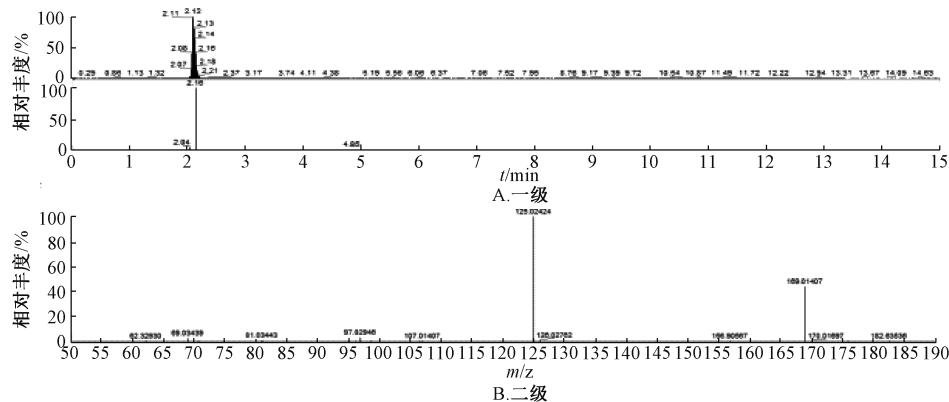


图5 负离子模式没食子酸对照品质谱图

Fig. 5 Mass spectrum with negative ion mode of gallic acid reference

3.3 共有峰指认 分析各产地色谱图, 选择峰形特征明显的色谱作为共有峰, 12批样品样品一共标定出12个共有峰, 选择出峰时间适中且峰形较

为稳定的6号峰儿茶素作为参照峰, 分别计算12个共有峰相对于该峰的相对保留时间和相对峰面积, 结果见表2~3。

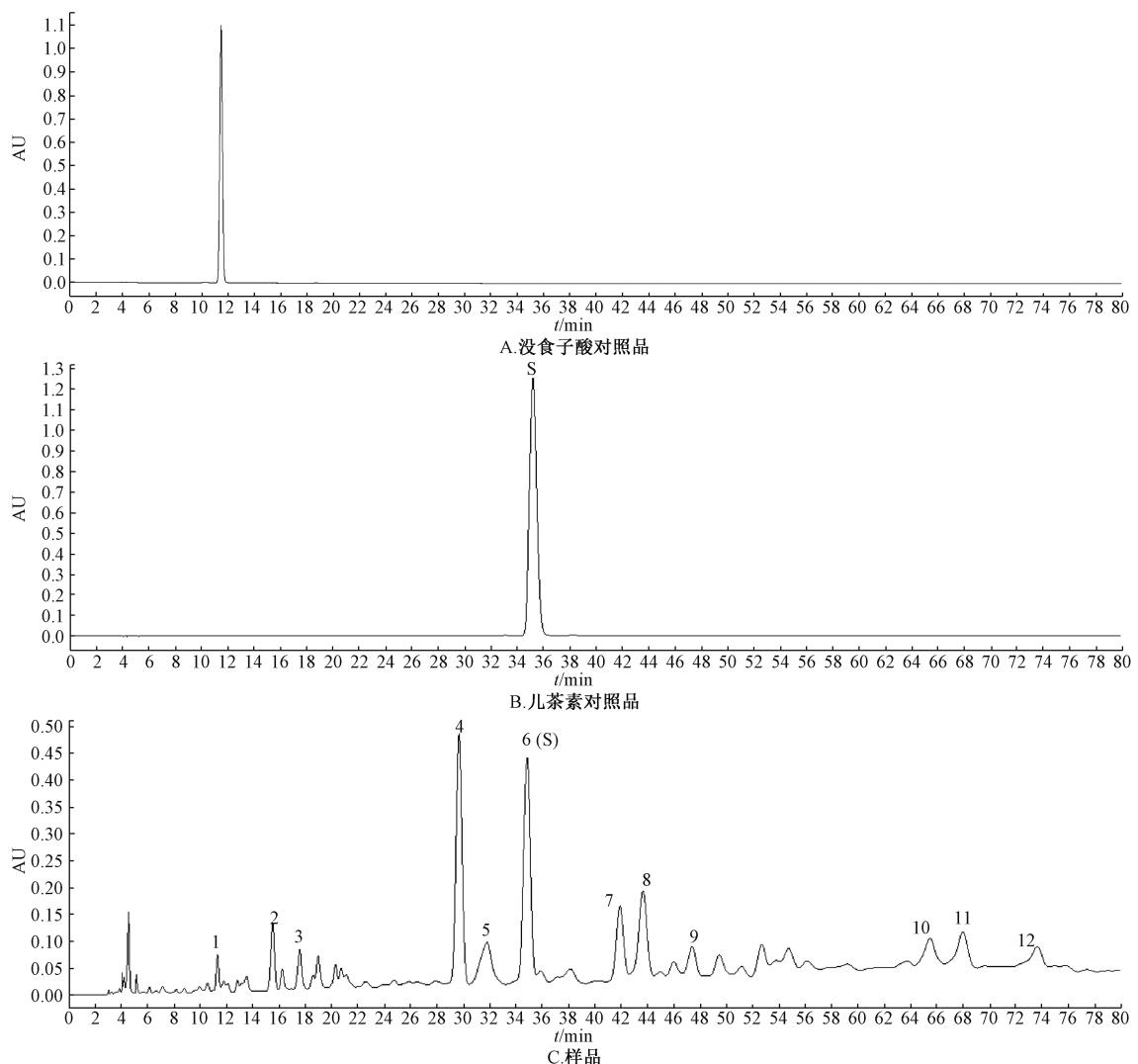


图6 各成分HPLC色谱图

Fig. 6 HPLC chromatograms of various constituents

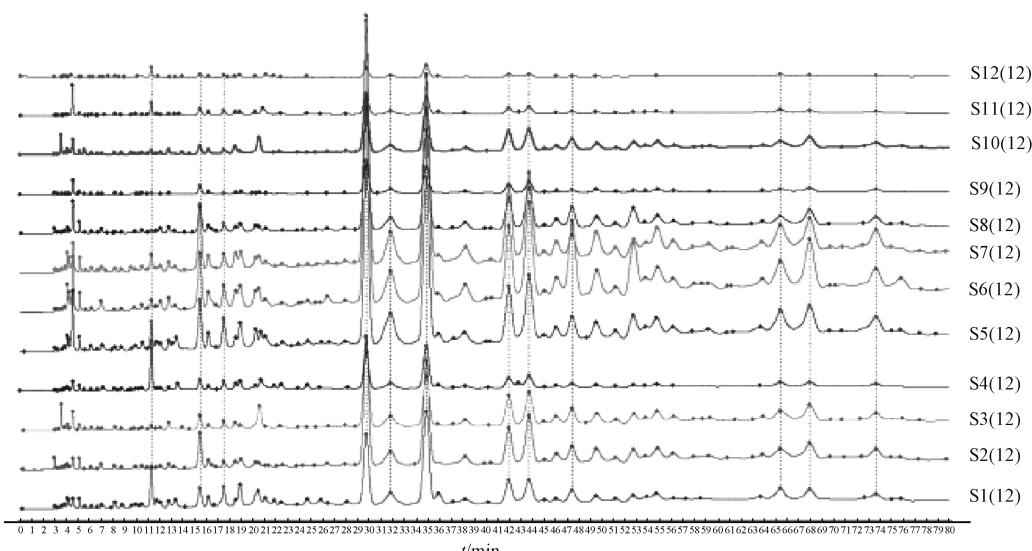


图7 12批样品HPLC指纹图谱

Fig. 7 HPLC fingerprints of twelve batches of samples

表2 12批样品共有峰相对保留时间

Tab. 2 Relative retention time of common peaks of twelve batches of samples

样品	1	2	3	4	5	6(S)	7	8	9	10	11	12
那坡	0.323	0.443	0.502	0.852	0.912	1.000	1.203	1.253	1.360	1.874	1.947	2.113
防城	0.323	0.442	0.502	0.852	0.912	1.000	1.203	1.253	1.359	1.869	1.942	2.104
容县	0.323	0.443	0.502	0.851	0.911	1.000	1.202	1.253	1.359	1.871	1.945	2.107
扶绥	0.323	0.443	0.502	0.851	0.909	1.000	1.202	1.253	1.359	1.873	1.945	2.108
昭平	0.322	0.441	0.501	0.853	0.912	1.000	1.202	1.226	1.358	1.868	1.940	2.102
钟山	0.326	0.446	0.504	0.855	0.913	1.000	1.200	1.250	1.355	1.864	1.936	2.096
八步	0.324	0.442	0.501	0.852	0.913	1.000	1.203	1.253	1.359	1.873	1.944	2.109
荔浦	0.324	0.443	0.503	0.851	0.912	1.000	1.204	1.254	1.361	1.878	1.950	2.112
金秀	0.323	0.442	0.502	0.853	0.913	1.000	1.204	1.253	1.359	1.872	1.943	2.108
天等	0.322	0.441	0.501	0.852	0.911	1.000	1.201	1.251	1.356	1.863	1.937	2.100
恭城	0.325	0.445	0.504	0.852	0.913	1.000	1.203	1.253	1.360	1.879	1.951	2.113
富川	0.323	0.443	0.501	0.853	0.912	1.000	1.202	1.251	1.357	1.868	1.939	2.102

表3 12批样品共有峰相对峰面积

Tab. 3 Relative peak areas of common peaks of twelve batches of samples

样品	1	2	3	4	5	6(S)	7	8	9	10	11	12
那坡	0.009 7	0.158 7	0.054 4	1.096	0.206	1	0.343	0.510	0.248	0.169	0.244	0.125
防城	0.008 2	0.198 7	0.040 7	1.115	0.220	1	0.385	0.565	0.204	0.201	0.279	0.189
容县	0.010 0	0.193 3	0.018 3	1.128	0.249	1	0.394	0.551	0.115	0.134	0.158	0.101
扶绥	0.028 2	0.139 4	0.077 9	1.547	0.348	1	0.625	0.789	0.370	0.337	0.473	0.180
昭平	0.275 0	0.206 6	0.128 3	1.105	0.327	1	0.364	0.091	0.126	0.200	0.120	0.081
钟山	0.294 2	0.142 5	0.076 9	0.734	0.111	1	0.209	0.232	0.073	0.117	0.057	0.051
八步	0.164 8	0.109 0	0.119 3	0.667	0.204	1	0.283	0.326	0.171	0.174	0.152	0.112
荔浦	0.035 7	0.190 3	0.055 3	1.120	0.270	1	0.422	0.547	0.153	0.244	0.262	0.135
金秀	0.019 3	0.150 1	0.062 1	1.073	0.227	1	0.334	0.492	0.375	0.187	0.299	0.131
天等	0.043 6	0.110 0	0.061 4	1.213	0.285	1	0.551	0.645	0.348	0.287	0.415	0.188
恭城	0.065 5	0.163 1	0.105 4	0.970	0.337	1	0.359	0.497	0.173	0.220	0.255	0.178
富川	0.452 6	0.128 3	0.105 0	0.804	0.221	1	0.275	0.329	0.109	0.140	0.136	0.069

3.4 聚类分析 采用IBM SPSS Statistics 22.0软件对12批样品实验数据进行系统聚类分析,采用Ward法,平方Euclidean距离(d)为度量标准,结果见图8。表明,当 $d=10$ 时,12批样品可以分为2类, S5、S6、S7为一类,其余聚为一类;当 $d=3$ 时,后一类又可以聚为2类, S1、S2、S3、S8为一类, S4、S9、S10、S11、S12为一类;由于S5、S6、S7在地域上差异不大,产地差异较小,故聚为一类。

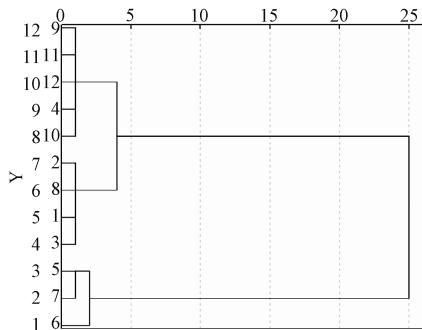


图8 12批样品聚类树状图

Fig. 8 Dendrogram of twelve batches of samples

3.5 主成分分析 采用IBM SPSS Statistics 22.0软件对12批样品进行主成分分析,根据特征值与贡献率分析,色谱图中1、2、4、5、6、7、8、10、11、12号峰的累积贡献率最大,达到95.611%,结果见表5。将对应的特征值做散点图,结合图9、表4分析,提示这10个累积贡献率较大的峰可作为评价样品品质的主要因子。通过因子负荷矩阵分析,见表5,得到2个主成分因子的线性方程。根据主成分1和2数据,整理出平面得分图,见图10,从得分图中可以看出这12批样品分散在不同的区域,由于样品来源于广西的各个市县,表明药材的质量跟地域分布有关。

4 讨论

4.1 色谱柱考察 色谱柱的长短对色谱分离效果有很大影响,本实验考察了150、250 mm 2种色谱柱,结果表明,后者各色谱峰分离效果较好,故采用250 mm色谱柱。

4.2 提取方法考察 本实验考察了超声提取和回流提取2种方法,并考察了不同体积分数甲醇和乙

表4 主成分初始特征值和贡献率

Tab. 4 Initial eigenvalues and contribution rates of principal components

峰号	特征值	贡献率/%	累积贡献率/%
1	10.272	85.601	85.601
2	1.201	10.010	95.611
3	0.300	2.499	98.111
4	0.144	1.201	99.311
5	0.044	0.368	99.679
6	0.023	0.195	99.875
7	0.011	0.094	99.969
8	0.003	0.022	99.990
9	0.001	0.008	99.998
10	0	0.002	100.000
11	0	0	100.000
12	0	0	100.000

表5 因子负荷矩阵

Tab. 5 Matrix of factor loadings

峰号	主成分	
	主成分因子1	主成分因子2
1	-0.006	0.987
2	0.974	0.085
3	0.821	0.500
4	0.995	0.019
5	0.962	0.209
6	0.981	0.161
7	0.986	0.062
8	0.997	0.022
9	0.883	-0.066
10	0.979	0.121
11	0.992	-0.016
12	0.975	0.108

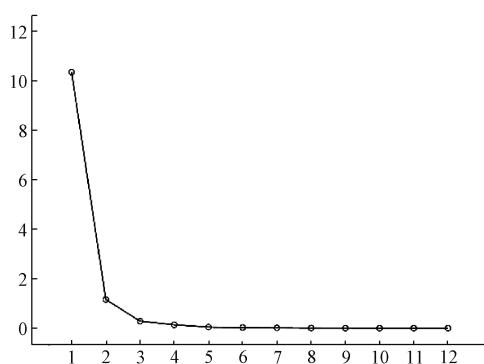


图9 各成分主成分分析散点图

Fig. 9 Scatter diagram of principal component analysis of various constituents

醇, 通过比较出峰数、峰形等, 选择 85% 甲醇超声 60 min。

4.3 色谱柱以及流动相考察 本实验考察了 3 种不同型号的色谱柱, Phenomenex C₁₈、Inertsil C₁₈ 和 Thermo C₁₈, 并同时考察了 4 种常见的不同流动相

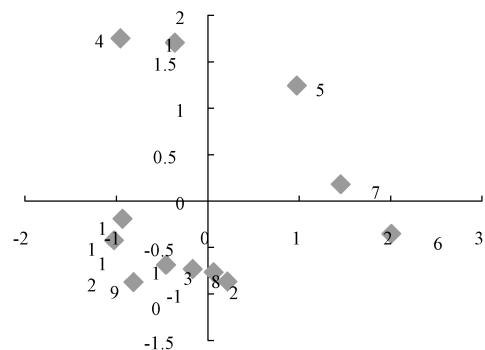


图10 主成分平面得分图

Fig. 10 Score graph of principal components

体系, 根据峰形, 峰数量以及分离度等综合考虑, 以 Phenomenex C₁₈ 色谱柱、乙腈-0.1% 磷酸梯度洗脱时, 峰数较多, 峰形较好。

4.3 波长考察 本实验采用 PDA 检测器进行全波长扫描, 结果表明在 225 nm 波长下, 色谱图的信息丰富, 各色谱峰分离效果较好, 无明显拖尾现象, 基线相对平稳, 故检测波长为 225 nm。

4.4 柱温、体积流量考察 对比 3 种不同体积流量的色谱图, 结果表明 0.8 mL/min 的出峰时间较适宜, 且峰分离度较好, 故体积流量为 0.8 mL/min。在柱温选择方面, 对比了 4 种常见的柱温, 以 30 ℃ 时色谱峰分离效果、峰形等较好, 故柱温为 30 ℃。

5 小结

本实验采用 HPLC 指纹图谱结合特征峰含有量的变化控制当归藤药材质量, 比单纯测定药材的某一成分含有量控制药材的质量更全面客观; 聚类分析结合 HPLC 指纹图谱, 方法稳定高效、简便且专属性强, 以期为对进一步研究当归藤质量评价及药效物质基础提供参考。

参考文献:

- [1] 广西壮族自治区卫生厅. 广西中药材标准 (1990 版) [S]. 广西科学技术出版社, 1992.
- [2] 杨菁, 张燕. 不孕症研究概况 [J]. 国外医学妇幼保健分册, 2005, 16(4): 232-234.
- [3] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草 [M]. 上海科学技术出版社, 1999: 76-77.
- [4] 黄冬玲, 庞宇舟. 壮药基础理论初探 [J]. 中国民族医药杂志, 2007, 16(3): 1-4.
- [5] 卢森华, 张龙, 郑锡任, 等. 当归藤化学成分的预试验研究 [J]. 广西中医学院学报, 2011, 14(4): 42-44.
- [6] 阙祖亮, 刘鼎, 陈勇, 等. 当归藤的化学成分研究 [J]. 中国民族民间医药, 2017, 26(5): 5-9.

- [7] 管海波, 黄忠京, 银小玲, 等. 当归藤红色素稳定性研究 [J]. 食品研究与开发, 2012, 33(10): 232-235.
- [8] 卢森华, 李耀华, 陈 勇, 等. 当归藤不同部位挥发油成分 GC-MS 分析 [J]. 安徽农业科学, 2012, 40 (2): 733-735.
- [9] 卢森华, 陈 勇, 曾海生, 等. 当归藤水提物和醇提物急性毒性实验研究 [J]. 中国医药导报, 2012, 9 (19): 29-30.
- [10] 魏中璇, 刘 鼎, 陈 勇, 等. 当归藤抗炎、镇痛及抗凝血有效部位的研究 [J]. 中药材, 2015, 38 (11): 2376-2380.
- [11] 卢森华, 刘 鼎, 李怡萱, 等. HPLC 法测定当归藤中儿茶素的含量 [J]. 中国医药科学, 2014, 4(1): 117-119.
- [12] 贺 年. 用紫外分光光度法测定当归藤中儿茶素含量的效
果研究 [J]. 当代医药论丛, 2014, 12(17): 31-32.
- [13] 管海波, 银小玲, 覃江克, 等. 紫外分光光度法测定当归藤中儿茶素含量 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39 (18): 10854-10855.
- [14] 卢森华, 梁晓乐, 陈 勇, 等. 当归藤的药材性状与显微特征鉴定 [J]. 中药材, 2012, 35(2): 213-216.
- [15] 蔡 穗, 余 娇, 梁 雁, 等. 当归藤的显微鉴别 [J]. 华西药学杂志, 2012, 27(6): 672-673.
- [16] 林 源, 陈 敏. 小儿柴桂退热颗粒的 UPLC 指纹图谱及聚类、主成分分析 [J]. 中国药房, 2018, 29 (4): 474-477.
- [17] 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.

不同处理对远志种子萌发和幼苗生长的影响

曹福麟, 杨冰月, 罗 露, 李 洁, 雷瑞祥, 魏艳妮, 胡本祥*, 彭 亮*
(陕西中医药大学, 陕西 咸阳 712046)

摘要: 目的 探索不同处理对远志 *Polgala tenuifolia* Willd. 种子萌发和幼苗生长的影响。方法 测定种子净度、吸水率。以未超声处理和蒸馏水浸泡为对照, 观察并测定经超声处理和不同植物生长调节剂浸泡后的远志种子发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数和幼苗根长及株高、干重、湿重的变化。结果 种子净度为 80.42%, 吸水率为自然风干种子的 1.77 倍。种子的最佳处理条件为超声时间 20 min, 温度 70 ℃, 输出功率 200 W。10~30 mg/L 2, 4 二氯苯氧基乙酸, 150、200、250 mg/L 水杨酸和不同浓度细胞激动素对种子萌发有着不同程度的促进作用, 其中以 150 mg/L 水杨酸效果最好, 发芽率为对照组的 1.123 倍。不同质量浓度 2, 4 二氯苯氧基乙酸对幼苗生长均有不同程度的抑制作用。不同质量浓度水杨酸和细胞激动素对幼苗生长有不同程度的促进作用。3 种外源激素总体效果为细胞激动素优于水杨酸优于 2, 4 二氯苯氧基乙酸。结论 该方法能有效提高种子萌发率及成苗率, 对远志的种苗培育和人工栽培具有重要的现实指导意义。

关键词: 远志; 超声波; 浸种处理; 种子萌发; 幼苗生长

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2020)02-0422-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2020.02.028

收稿日期: 2019-07-26

基金项目: 国家中药标准化项目 (ZYBZH-Y-QIN-36: 202410001); 陕西中医药大学“泰药”品质评价及资源开发学科创新团队项目 (2019_QN01); 2018 年中医药公共卫生服务补助专项“全国中药资源普查项目”(财社〔2018〕43); 公益性行业(中医药)科研专项经费项目 (201507002-1-08)

作者简介: 曹福麟 (1994—), 男, 硕士生, 从事中药质量标准化控制技术研究。Tel: 15929219398, E-mail: 374246190@qq.com

***通信作者:** 胡本祥 (1960—), 男, 教授, 硕士生导师, 从事中药质量控制标准及中药规范化栽培技术研究。Tel: 13891085127, E-mail: hbx800823@126.com

彭 亮 (1985—), 男, 副教授, 博士, 从事中药资源与评价与及中药材质量控制标准研究。Tel: 18064331198, E-mail: ppengliang@126.com

网络出版日期: 2019-09-26

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1368.R.20190926.0850.002.html>