

三勒浆口服液 HPLC 指纹图谱的建立及多成分定量测定

姜红¹, 赵生玉¹, 黄浩洲¹, 林俊芝², 许润春¹, 张定堃^{1*}, 杨明³, 杨江林¹, 韩丽^{1*}

1. 成都中医药大学药学院, 中药材标准化教育部重点实验室, 中药资源系统研究与开发利用重点实验室—省部共建国家重点实验室培育基地, 四川 成都 611137
2. 成都中医药大学附属医院 中心实验室, 四川 成都 610072
3. 江西中医药大学, 江西 南昌 330004

摘要: **目的** 建立三勒浆口服液(SOL)的 HPLC 指纹图谱, 测定其中主要成分量, 为 SOL 的质量控制提供参考。**方法** 采用 Welchrom C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm), 以 0.1%磷酸水溶液-甲醇为流动相进行梯度洗脱, 体积流量为 1.0 mL/min, 检测波长 270 nm, 柱温 25 ℃, 建立 SOL 的 HPLC 指纹图谱, 并对没食子酸、没食子儿茶素、表儿茶素、柯里拉京和鞣花酸指标成分的定量测定进行方法学考察。**结果** 在 SOL 特征指纹图谱研究中, 共确定 22 个共有峰, 同时利用相似度软件对 10 批 SOL 指纹图谱进行分析, 各批次样品相似度在 0.95 以上; 通过对比特征峰的保留时间, 指认出 5 种主要成分, 分别为没食子酸(3 号峰)、没食子儿茶素(8 号峰)、表儿茶素(15 号峰)、柯里拉京(16 号峰)和鞣花酸(21 号峰); 并且 10 批样品中没食子酸的量在 5.743 2~7.538 0 mg/mL, 没食子儿茶素的量在 0.492 9~0.847 1 mg/mL, 表儿茶素的量在 0.529 7~0.804 8 mg/mL, 柯里拉京的量在 0.937 5~1.756 5 mg/mL, 鞣花酸的量在 0.352 7~0.554 5 mg/mL。**结论** 所建立的 SOL HPLC 指纹图谱和定量测定方法简单, 分离效果较好, 重复性好, 实现了对 SOL 定性和定量的双重研究, 可为其质量控制提供参考。

关键词: 三勒浆; 指纹图谱; 多组分测定; 质量控制; 多酚; 没食子酸; 没食子儿茶素; 表儿茶素; 柯里拉京; 鞣花酸

中图分类号: R286.02 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2017)18-3741-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.18.012

HPLC fingerprint of Sanlejiang Oral Liquid and content determination of multi-components

JIANG Hong¹, ZHAO Sheng-yu¹, HUANG Hao-zhou¹, LIN Jun-zhi², XU Run-chun¹, ZHANG Ding-kun¹, YANG Ming³, YANG Jiang-lin¹, HAN Li¹

1. Pharmacy College, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine; Key Laboratory Breeding Base of Systematic Research and Utilization on Chinese Material Medical Resources Co-founded by Sichuan Province and Ministry of Science and Technology, Chengdu 611137, China
2. Affiliated Hospital, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610072, China
3. Key Laboratory of Modern Preparation of TCM, Ministry of Education, Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China

Abstract: Objective To establish an HPLC fingerprint method of Sanlejiang Oral Liquid (SOL) and determine the contents of its main components, combining with clustering analysis for quality consistency evaluation of different batches, so as to provide a reference for the quality control. **Methods** Welchrom C₁₈ (250 mm × 4.6 mm, 5 μm) column was adopted, the mobile phase consisted of 0.1% phosphoric acid water-methanol with gradient elution at the flow rate of 1.0 mL/min, and the detection wavelength was 270 nm, the column temperature was 25 ℃. HPLC fingerprint of SOL was established and determination method of gallic acid, gallo catechin, epicatechin, corilagin, and ellagic acid were studied methodologically. **Results** The fingerprint chromatography included 22 mutual peaks. At the same time, the 10 batches of SOL fingerprints were analyzed by similarity software, the similarity among the batches was more than 0.95. Based on the retention time of master compounds, five components [gallic acid (peak 3),

收稿日期: 2017-04-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(81403115); 国家基础科学人才培养基金(J13100340-19); 成都中医药大学科技发展基金

作者简介: 姜红, 女, 硕士研究生, 研究方向为中药制剂新技术。E-mail: 784820906@qq.com

*通信作者 张定堃 E-mail: 465790643@qq.com

韩丽 E-mail: hanliyx@163.com

gallo catechin (peak 8), epicatechin (peak 15), corilagin (peak 16), and ellagic acid (peak 21)] were identified and quantified. The contents of gallic acid, gallo catechin, epicatechin, corilagin, and ellagic acid in 10 batches of Sanlejiang Oral Liquid were 5.743 2—7.538 0, 0.492 9—0.847 1, 0.529 7—0.804 8, 0.937 5—1.756 5, and 0.352 7—0.554 5 mg/mL, respectively. **Conclusion** The established method is simple in good separation and reproducibility, achieving the qualitative and quantitative research for SOL, and thus can provide a reference for the standard and evaluation of quality of SOL.

Key words: Sanlejiang; fingerprint; multi-components determination; quality control; polyphenols; gallic acid; gallo catechin; epicatechin; corilagin; ellagic acid

三勒浆口服液 (Sanlejiang Oral Liquid, SOL) 是由三勒浆浓缩液 (余甘子汁、诃黎勒、余甘子)、L-精氨酸、L-天门冬氨酸、蜂蜜等辅料组成的保健食品,以藏药名方三果汤(由诃子 *Terminalia chebula* Retz、毛诃子 *Terminalia billerica* Roxb 和余甘子 *Phyllanthus emblica* L. 3 种药物配伍而成)为基础方,在 20 世纪 90 年代,由药学工作者开发为 SOL,具有抗疲劳、免疫调节和提高耐缺氧等功能。SOL 的活性主要与诃子和余甘子中所含的多酚类成分相关,多酚结构中的多个酚羟基可清除人体内过多的自由基,减轻自由基对人体的损伤,使其具有良好的抗疲劳、调节免疫等活性^[1-2]。

虽然 SOL 富含多酚,但其化学成分研究较少,质量控制也仅以柯里拉京作为内控指标,难以

全面控制其质量。为此,本实验通过查阅文献后对三勒浆中的没食子酸、没食子儿茶素、表儿茶素、柯里拉京和鞣花酸 5 种成分进行了定量测定,其中诃子和余甘子均含有没食子酸和鞣花酸,均具有较好的抗氧化活性;没食子儿茶素和表儿茶素作为儿茶素类物质具有广泛的生物活性,如抗氧化、抗菌、抗肿瘤等;柯里拉京又名鞣云实素,作为目前 SOL 的内控成分,也具有抗氧化和抗肿瘤等活性,这 5 种成分的结构式、分类及活性如表 1 所示。课题组在综合分析植物多酚的分类与成分活性的基础上,提出了建立一种能同时实现指纹图谱定性与多组分定量测定的 HPLC 测定方法,以期更加系统、全面、直观地反映 SOL 的有效成分,确保其质量的稳定、可控。

表 1 指标成分的分类与选择依据

Table 1 Classification of index components and selection basis

名称	结构式	分类	活性
没食子酸	C ₇ H ₆ O ₅	没食子酸型水解鞣质	抗氧化、抗菌 ^[3-6]
柯里拉京	C ₂₇ H ₂₂ O ₁₈	没食子酸型水解鞣质	抗氧化、抗肿瘤、抗菌 ^[7]
鞣花酸	C ₁₄ H ₆ O ₈	鞣花酸型水解鞣质	抗氧化 ^[8] 、抗菌 ^[9] 、抗肿瘤、增强免疫活性 ^[10]
表儿茶素	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	缩合鞣质	抗氧化 ^[11] 、抗菌 ^[12]
没食子儿茶素	C ₁₅ H ₁₄ O ₇	缩合鞣质	抗氧化、抗菌、抗肿瘤 ^[13]

1 仪器与试药

Agilent1020 型高效液相色谱仪,美国 Agilent 公司;BS110S 型电子分析天平、BP211D 型电子分析天平,德国 Sartorius 公司;Milli-Q 超纯水仪,美国 Millipore 公司。

10 批 SOL,四川华美制药有限公司生产,批号分别为 1503003(S1)、1504002(S2)、1510002(S3)、1601001(S4)、1603001(S5)、1603004(S6)、1603005(S7)、1604002(S8)、1604005(S9)、1604008(S10)。诃子,购于四川中庸药业有限公司,产地为广西,批号 Z00216N01;余甘子,购于四川中庸药业有限公司,产地为四川,批号 Z16116N01;经成都中医药大学许润春副教授鉴定分别为使君子科榄仁树属

植物诃子 *Terminalia chebula* Retz. 的干燥成熟果实,大戟科叶下珠属植物余甘子 *Phyllanthus emblica* L. 的干燥成熟果实。对照品没食子酸(批号 4051109)、没食子儿茶素(批号 14092403)、表儿茶素(批号 14051602)、柯里拉京(批号 PRF7102406)、鞣花酸(批号 PRF7101305)均购于成都普瑞法科技开发有限公司,质量分数均以 98%计;甲醇为色谱纯,购于 Fisher 公司;其他试剂均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱为 Welchrom C₁₈ 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相为 0.1%磷酸水溶液-甲醇,采用梯度洗脱,洗脱程序:0~6 min, 5%甲醇;6~15 min,

5%~7%甲醇; 15~20 min, 7%~15%甲醇; 20~25 min, 15%~21%甲醇; 25~31 min, 21%~22%甲醇; 31~41 min, 22%甲醇; 41~47 min, 22%~28%甲醇; 47~51 min, 28%~32%甲醇; 51~57 min, 32%~38%甲醇; 57~70 min, 38%~45%甲醇; 70~80 min, 45%~65%甲醇; 检测波长为 270 nm; 体积流量为 1.0 mL/min; 柱温 25 ℃; 进样量 10 μ L。理论塔板数以没食子酸峰计算为 17 025。

2.2 溶液的制备

2.2.1 混合对照品溶液的制备 精密称取各对照品适量, 加入 50%甲醇水配制成含没食子酸 846.00 μ g/mL、没食子儿茶素 214.50 μ g/mL、表儿茶素 130.75 μ g/mL、柯里拉京 201.00 μ g/mL、鞣花酸 92.00 μ g/mL 的混合对照品溶液, 即得。

2.2.2 供试品溶液的制备 精密量取 SOL 5 mL 至 25 mL 量瓶中, 加入 50%甲醇水至刻度线, 摇匀, 用 0.22 μ m 微孔滤膜滤过, 取滤液作为供试品溶液。

2.2.3 诃子、余甘子溶液的制备 称取诃子、余甘子粉末(过 2 号筛)各约 5 g, 分别置 1 000 mL 圆底烧瓶内, 加入 200 mL 水, 加热回流提取 1 h, 滤过, 滤液定容至 500 mL, 用 0.22 μ m 微孔滤膜滤过, 取滤液, 即得。

2.3 HPLC 指纹图谱的建立

2.3.1 指纹图谱的建立及相似度评价 取 10 批

SOL (S1~S10), 按照“2.2.2”项下方法制备供试品溶液, 以“2.1”项下色谱条件进行分析, 将得到的色谱图导入《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》(2012 年版), 以 S6 为参考图谱, 时间窗宽度设为 0.3 min, 根据匹配结果确定 22 个共有峰, 并生成对照指纹图谱, 计算出各批次样品的指纹图谱相似度均大于 0.95。S1~S10 指纹图谱及其对照指纹图谱(R)见图 1。在供试品各色谱峰中, 以 16 号峰峰面积适中, 分离度及对称性均良好, 故将 16 号峰确定为参照峰(S)。相对峰面积和相似度结果见表 2 和表 3。

2.3.2 精密度试验 将 SOL 供试品溶液(S8)连续进样 6 次, 记录色谱图, 计算各主要峰相对峰面积 RSD 值在 0.12%~1.57%, 相对保留时间的 RSD 值在 0.06%~0.95%, 表明仪器精密度良好。

2.3.3 稳定性试验 取同一 SOL 供试品溶液(S8), 分别于 0、3、6、9、15、18、24 h 在上述色谱条件下进行液相分析。计算各主要色谱峰相对峰面积 RSD 值在 0.52%~1.72%, 相对保留时间的 RSD 值在 0.20%~1.28%, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.3.4 重复性试验 取同一批 SOL 样品(S8), 按方法平行制备 6 份, 依次测定, 计算主要色谱峰相对峰面积 RSD 值在 0.20%~1.34%, 相对保留时间的 RSD 值在 0.11%~0.83%, 表明方法重复性良好。

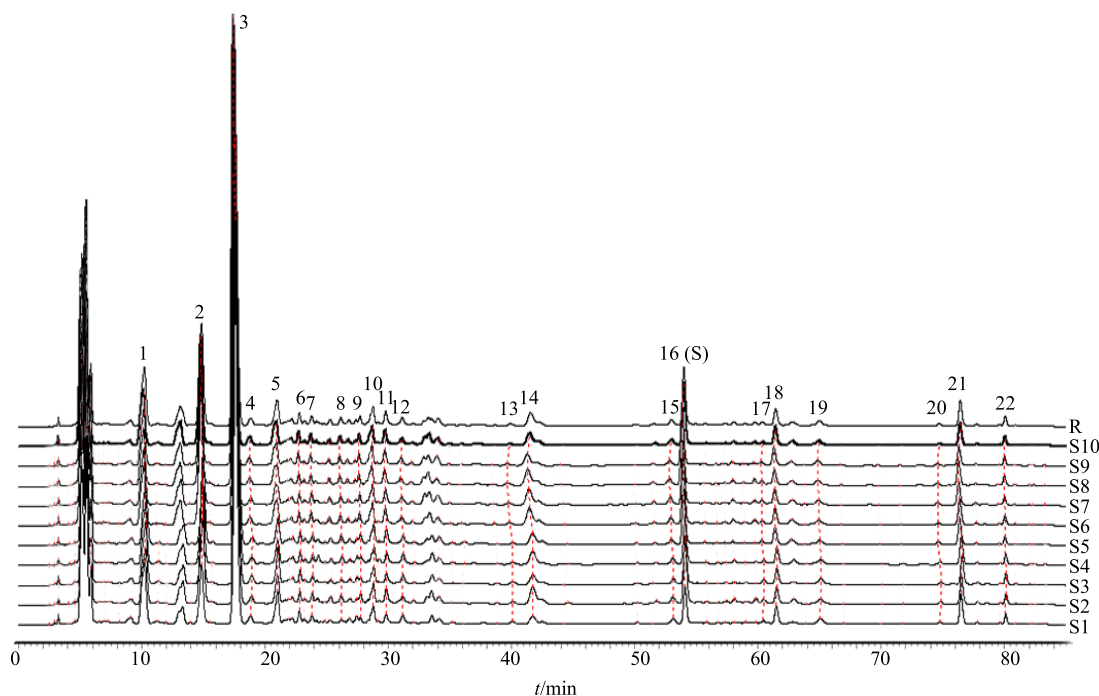


图 1 10 批 SOL HPLC 指纹图谱及其对照指纹图谱 (R)

Fig. 1 HPLC fingerprints of 10 batches of SOL and its reference fingerprint (R)

表 2 10 批样品中共有峰的相对峰面积

Table 2 Relative peak areas of 22 common chromatographic peaks of 10 samples

批号	相对峰面积										
	1 号峰	2 号峰	3 号峰	4 号峰	5 号峰	6 号峰	7 号峰	8 号峰	9 号峰	10 号峰	11 号峰
S1	2.357	1.941	14.442	0.242	0.902	0.216	0.142	0.074	0.127	0.462	0.197
S2	1.168	2.279	6.709	0.134	0.389	0.108	0.094	0.054	0.096	0.286	0.178
S3	1.959	1.752	12.355	0.235	0.815	0.206	0.127	0.063	0.100	0.382	0.185
S4	1.755	2.354	9.706	0.192	0.538	0.166	0.121	0.060	0.099	0.350	0.180
S5	1.572	2.074	8.263	0.152	0.487	0.125	0.109	0.064	0.115	0.361	0.219
S6	1.193	2.353	6.556	0.128	0.465	0.102	0.111	0.070	0.106	0.306	0.188
S7	1.155	2.378	6.458	0.127	0.421	0.099	0.115	0.065	0.101	0.307	0.192
S8	1.069	1.936	5.949	0.110	0.409	0.091	0.086	0.067	0.105	0.295	0.194
S9	1.175	1.920	7.541	0.140	0.468	0.115	0.103	0.060	0.112	0.328	0.205
S10	1.214	2.068	8.100	0.174	0.496	0.141	0.118	0.064	0.110	0.322	0.205

批号	相对峰面积										
	12 号峰	13 号峰	14 号峰	15 号峰	16 号峰	17 号峰	18 号峰	19 号峰	20 号峰	21 号峰	22 号峰
S1	0.220	0.107	0.386	0.180	1.000	0.085	0.471	0.256	0.071	0.771	0.195
S2	0.125	0.049	0.474	0.132	1.000	0.058	0.253	0.140	0.035	0.389	0.111
S3	0.193	0.096	0.394	0.150	1.000	0.085	0.363	0.215	0.064	0.614	0.191
S4	0.214	0.073	0.590	0.152	1.000	0.090	0.343	0.205	0.064	0.553	0.168
S5	0.154	0.053	0.378	0.122	1.000	0.066	0.315	0.150	0.060	0.463	0.113
S6	0.125	0.049	0.458	0.118	1.000	0.045	0.267	0.138	0.036	0.381	0.104
S7	0.134	0.052	0.461	0.156	1.000	0.062	0.264	0.144	0.043	0.370	0.101
S8	0.110	0.051	0.421	0.126	1.000	0.063	0.223	0.129	0.033	0.349	0.104
S9	0.113	0.047	0.325	0.110	1.000	0.050	0.279	0.137	0.041	0.286	0.106
S10	0.121	0.047	0.375	0.110	1.000	0.055	0.311	0.138	0.041	0.361	0.121

表 3 10 批样品相似度评价结果

Table 3 Similarity evaluation of 10 samples

样品	相似度										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	R
S1	1.000	0.981	0.994	0.995	0.994	0.999	0.996	0.995	0.995	0.995	0.997
S2	0.981	1.000	0.994	0.993	0.969	0.981	0.992	0.991	0.991	0.993	0.992
S3	0.994	0.994	1.000	0.999	0.980	0.992	0.996	0.994	0.994	0.999	0.997
S4	0.995	0.993	0.999	1.000	0.984	0.995	0.997	0.996	0.996	1.000	0.999
S5	0.994	0.969	0.980	0.984	1.000	0.995	0.991	0.992	0.992	0.984	0.991
S6	0.999	0.981	0.992	0.995	0.995	1.000	0.997	0.996	0.996	0.995	0.998
S7	0.996	0.992	0.996	0.997	0.991	0.997	1.000	1.000	1.000	0.997	0.999
S8	0.995	0.991	0.994	0.996	0.992	0.996	1.000	1.000	1.000	0.996	0.999
S9	0.995	0.991	0.994	0.996	0.992	0.996	1.000	1.000	1.000	0.996	0.999
S10	0.995	0.993	0.999	1.000	0.984	0.995	0.997	0.996	0.996	1.000	0.999

2.3.5 色谱峰的指认 分别取混合对照品溶液、SOL 供试品溶液、诃子样品溶液和余甘子样品溶

液,按“2.1”项下色谱条件进行 HPLC 测定,色谱图见图 2。通过与诃子、余甘子和混合对照品色

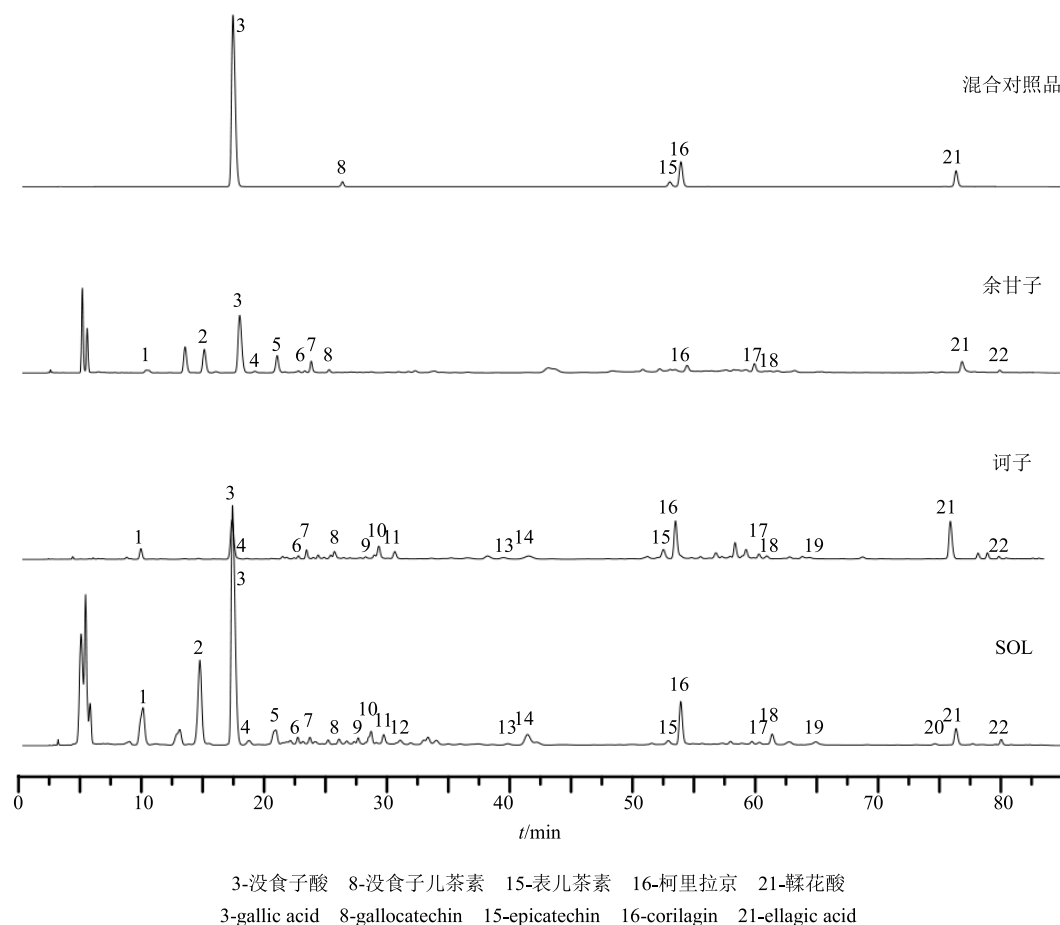


图 2 SOL、诃子、余甘子和混合对照品 HPLC 图

Fig. 2 HPLC of SOL, *Terminalia chebula*, *Emblica*, and mixed reference substances

峰进行比对分析, 可知 1、3、4、6~8、16~18、21、22 号峰为诃子和余甘子共有, 9~11、13~15、19 号峰来源于诃子, 2、5 号峰来源于余甘子。同时对其中 5 个色谱峰进行指认定性, 分别为 3 号峰为没食子酸、8 号峰为没食子儿茶素、15 号峰为表儿茶素、16 号峰为柯里拉京、21 号峰为鞣花酸。

2.4 SOL 中 5 个主要成分的定量测定

2.4.1 色谱条件及溶液的制备 色谱条件同“2.1”项下方法, 溶液的制备同“2.2.1”和“2.2.2”项下方法。HPLC 图见图 2。

2.4.2 线性关系考察 精密吸取混合对照品溶液 4、8、10、12、15、20 μL 注入色谱仪进行分析, 记录色谱图。以各对照品进样量为横坐标 (X), 峰面积为纵坐标 (Y), 绘制标准曲线, 求得回归方程分别为没食子酸: $Y=3\,373.3 X+394.31$, $r=0.999\,9$, 线性范围为 $3.384\sim16.920\,\mu\text{g}$; 没食子儿茶素: $Y=266.67 X-0.248\,1$, $r=1.000\,0$, 线性范围为 $0.858\sim4.290\,\mu\text{g}$; 表儿茶素: $Y=583.34 X+3.884\,7$, $r=$

$1.000\,0$, 线性范围为 $0.523\sim2.615\,\mu\text{g}$; 柯里拉京: $Y=1\,887.1 X-7.007\,2$, $r=1.000\,0$, 线性范围为 $0.804\sim4.020\,\mu\text{g}$; 鞣花酸: $Y=2\,446.5 X+8.264\,4$, $r=0.999\,7$, 线性范围为 $0.368\sim1.840\,\mu\text{g}$ 。

2.4.3 精密度试验 取同一批供试品溶液 (S8) 连续进样 6 针, 记录色谱图。结果没食子酸、没食子儿茶素、表儿茶素、柯里拉京、鞣花酸峰面积的 RSD 值分别为 0.17%、0.92%、1.3%、0.12%、0.47%, 表明仪器精密度良好。

2.4.4 稳定性试验 取同一批 SOL 供试品溶液 (S8), 分别于 0、3、6、9、15、18、24 h 进样, 记录色谱图。结果没食子酸、没食子儿茶素、表儿茶素、柯里拉京、鞣花酸峰面积的 RSD 值分别为 0.57%、1.77%、1.51%、0.58%、1.52%, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.4.5 重复性试验 取同一批 SOL 样品 (S8), 按“2.2.2”项下方法平行制备 6 份供试品溶液, 进行测定, 记录色谱图。结果没食子酸、没食子儿茶素、

表儿茶素、柯里拉京、鞣花酸峰面积的 RSD 值分别为 0.67%、0.89%、0.94%、0.72%、0.20%，表明该方法重复性良好。

2.4.6 加样回收率试验 精密量取 2.5 mL 已测定各成分量的 SOL (S8) 共 6 份，分别置于 10 mL 棕色量瓶中，加入没食子酸、没食子儿茶素、表儿茶素、柯里拉京和鞣花酸各对照品适量，按“2.2.2”项下方法制备样品，进行色谱分析，记录色谱图，计算各成分的加样回收率。结果没食子酸、没食子儿茶素、表儿茶素、柯里拉京和鞣花酸的平均加样回收率分别为 101.00%、104.40%、100.36%、102.22%、100.87%，RSD 分别为 1.04%、1.25%、1.06%、1.17%、1.22%。

2.4.7 样品测定 取 10 批 SOL 样品，按“2.2.2”项下方法制备，按“2.1”项下方法进行色谱分析，记录色谱图，根据上述每个对照品的标准曲线计算样品中没食子酸、没食子儿茶素、表儿茶素、柯里拉京和鞣花酸的质量浓度，结果见表 4。结果表明，10 批 SOL 样品中，没食子酸的量在 5.743 2~7.538 0 mg/mL，没食子儿茶素的量在 0.492 9~0.847 1 mg/mL，表儿茶素的量在 0.529 7~0.804 8 mg/mL，柯里拉京的量在 0.937 5~1.756 5 mg/mL，鞣花酸的量在 0.352 7~0.554 5 mg/mL。

2.5 聚类分析

采用 SPSS Statistics 21 分析软件对不同批次 SOL 定量测定结果进行聚类分析，结果如图 3 所示。由图 3 可知各批次之间成分差异较大，这有可能是 SOL 在存放过程中产生沉淀会对成分量造成影响。

表 4 10 批 SOL 测定结果

Table 4 Determination of five major components in 10 batches of SOL

批号	质量浓度/(mg·mL ⁻¹)				
	没食子酸	没食子儿茶素	表儿茶素	柯里拉京	鞣花酸
S1	7.501 2	0.492 9	0.540 1	0.937 5	0.554 5
S2	6.278 2	0.640 6	0.715 0	1.690 1	0.505 4
S3	7.538 0	0.492 9	0.529 7	1.100 9	0.518 4
S4	6.373 1	0.504 8	0.579 7	1.186 4	0.503 5
S5	6.344 2	0.625 6	0.541 9	1.387 0	0.493 4
S6	6.199 5	0.847 1	0.646 8	1.708 1	0.500 2
S7	5.743 2	0.744 4	0.804 8	1.607 8	0.456 2
S8	5.781 3	0.833 3	0.714 3	1.756 5	0.470 0
S9	6.722 7	0.682 2	0.568 5	1.609 4	0.352 7
S10	7.167 5	0.722 6	0.565 4	1.596 5	0.441 8

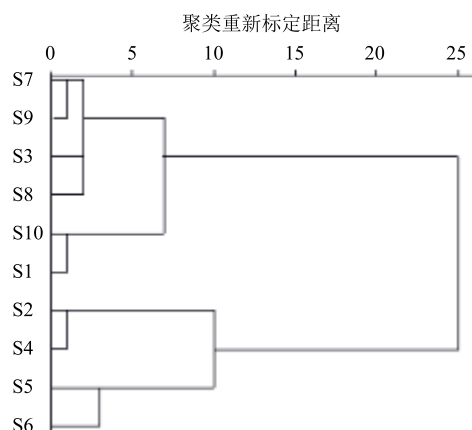


图 3 不同批次 SOL 多组分定量测定结果聚类分析

Fig. 3 Cluster analysis of SOL several different components from different batches

3 讨论

本实验采用 HPLC 建立 SOL 指纹图谱，测定其中 5 个成分的量，测定了多个波长下 (210、260、270、300 nm) 的色谱图，发现 SOL 在 270 nm 处出峰数目最多，色谱峰相互之间分离效果最好，且各峰形较好，故选择检测波长为 270 nm。此外，本实验对流动性系统进行了比较，相比 0.1% 磷酸水溶液-乙腈，发现 0.1% 磷酸水溶液-甲醇为流动相时，各色谱峰分离效果更佳，故选择 0.1% 磷酸水溶液-甲醇作为流动相。在前期实验过程中发现柱温对 SOL 色谱图中各成分的分离效果影响不大，故选择柱温为 25 ℃。

SOL 由于具有抗疲劳、免疫调节和耐缺氧等功效，已成为学生青睐的保健食品，年产值数亿，但 SOL 在质量控制上仍存在一定的缺陷。本实验通过对 10 批不同批次的 SOL 进行指纹图谱研究，共发现有 22 个共有峰；并同时测定了其中没食子酸、没食子儿茶素、表儿茶素、柯里拉京和鞣花酸 5 个成分的量，发现在 10 批 SOL 中没食子酸、没食子儿茶素和柯里拉京的量差异较大，表儿茶素和鞣花酸的量差异较小。本实验建立的指纹图谱和多成分定量测定方法为 SOL 质量控制提供了一个简单、准确、有效的分析手段。

志谢: 四川大学化学学院邹文铨教授给予指导。

参考文献

- [1] 元 旗, 崔雅萍, 梁文仪, 等. 藏药余甘子与诃子化学和药理作用比较 [J]. 世界科学技术—中医药现代化,

- 2016, 18(7): 1171-1176.
- [2] 唐 瑶, 陈 洋, 曹婉鑫. 多酚类化合物的分类、来源及功能研究进展 [J]. 中国食物与营养, 2016, 22(3): 32-34.
- [3] 孟和阿木古浪. 诃子抗氧化活性部分提取及油脂抗氧化作用研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2016.
- [4] 裴 玲, 张海霞, 张 岩. 没食子酸及其衍生物抗氧化活性的理论研究 [J]. 井冈山大学学报: 自然科学版, 2015, 36(4): 27-33.
- [5] 卢怡雯, 李晓芬, 项朋志, 等. 没食子酸清除 DPPH 自由基的紫外-可见吸收光谱研究 [J]. 食品工业科技, 2014, 2(19): 124-130.
- [6] 郑雪花, 杨 君, 杨跃辉. 没食子酸药理作用的研究进展 [J]. 中国医院药学杂志, 2017, 37(1): 94-102.
- [7] 陈一燕, 陈崇宏. 柯里拉京药理活性研究进展 [J]. 中国现代应用药学, 2010, 27(5): 390-394.
- [8] 饶 凤, 陈祥贵, 刘振平, 等. 鞣花酸和石榴皮多酚提取物抗氧化活性的比较 [J]. 食品工业研究, 2012, 33(12): 111-117.
- [9] 辛秀兰, 李小萍, 危 晴, 等. 红树莓果中鞣花酸提取物的抑菌活性初步研究 [J]. 世界科技研究与发展, 2010, 32(3): 356-357.
- [10] 郭增军, 谭 林, 徐 颖, 等. 鞣花酸类化合物在植物界的分布及其生物活性 [J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(3): 519-524.
- [11] 余 晶, 鲍中英, 徐玉敏, 等. 表儿茶素对 H_2O_2 引起的 Huh 7 细胞氧化应激的作用 [J]. 广西医科大学学报, 2009, 26(4): 598-601.
- [12] 刘丽丽. 苹果多酚中原花青素 B、儿茶素及表儿茶素的大鼠体内药动学 [D]. 济南: 山东大学, 2010.
- [13] 彭知云. 没食子儿茶素电子等排体的合成及抑制尿素酶活性研究 [D]. 吉首: 吉首大学, 2013.