

doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2020.13.014

决明子标准汤剂质量评价研究*

陈萍^{1,2}, 郭冬², 杨锦¹, 薛佩芸^{1△}

(1. 陕西中医药大学, 陕西 咸阳 712046; 2. 陕西省中医药研究院, 陕西 西安 710003)

摘要:目的 制备决明子标准汤剂并评价其质量。方法 通过对21批不同产地决明子饮片的质量考察,将其中符合2015年版《中国药典(一部)》规定的15批饮片按《医疗机构中药煎药室管理规范》制备决明子标准汤剂,测定出膏率;采用高效液相色谱-二极管阵列检测器(HPLC-DAD)法建立标准汤剂指标成分含量测定及特征指纹图谱分析方法,并计算橙黄决明素、大黄酚转移率。结果 标准汤剂出膏率为 $(12.32 \pm 1.35)\%$,转移率橙黄决明素为 $(84.92 \pm 2.57)\%$ 、大黄酚为 $(23.82 \pm 0.97)\%$;特征指纹图谱共有峰10个,指出橙黄决明素、芦荟大黄素、黄决明素、大黄素、大黄酚及大黄素甲醚6个主要成分,指纹图谱批次间相似度均大于0.90。结论 所建立的特征指纹图谱和多指标成分定量分析方法准确、快速,可用于决明子标准汤剂整体质量的控制。

关键词:决明子;标准汤剂;质量评价;含量测定;特征指纹图谱

中图分类号:R932;R284.1;R286.0

文献标识码:A

文章编号:1006-4931(2020)13-0051-05

Quality Evaluation of Cassia Semen Standard Decoction

CHEN Ping^{1,2}, GUO Dong², YANG Jing¹, XUE Peiyun¹

(1. Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang, Shaanxi, China 712046; 2. Institute of Traditional Chinese Medicine of Shanxi Province, Xi'an, Shaanxi, China 710003)

Abstract: Objective To prepare standard decoction of cassia semen and study the quality evaluation. Methods Through the examination of the quality of 21 batches of Cassia Semen pieces from different origins, the 15 batches of decoction that met the requirements of the Chinese Pharmacopoeia (2015 edition) were prepared for standard decoction of cassia semen according to the Standard for Management of TCM Decoction Rooms of Medical Institutions and then measured the extraction rate. The high performance liquid chromatography-diode array detector (HPLC-DAD) method was adopted to establish the standard decoction index content determination and characteristic fingerprint analysis method, and the transfer rate of aurantio-obtusin and chrysophanol was calculated. Results The results showed that the extraction rate was $(12.32 \pm 1.35)\%$; the aurantio-obtusin transfer rate was $(84.92 \pm 2.57)\%$, and the chrysophanol transfer rate was $(23.82 \pm 0.97)\%$. The characteristic fingerprints had a total of 10 peaks, which identified six main components of aurantio-obtusin, aloe-emodin, lycopene, emodin, chrysophanol and physcion. The similarity between fingerprint batches was higher than 0.90. Conclusion The established characteristic fingerprint and multi-index quantitative analysis methods are accurate and fast, and can be used to control the overall quality of cassia semen standard decoction.

Key words: cassia semen; standard decoction; quality evaluation; content determination; characteristic fingerprint

决明子为豆科决明属植物决明 *Cassia obtusifolia* L. 或小决明 *Cassia tora* L. 的干燥成熟种子,味甘、苦、咸,微寒,归肝经、大肠经,具有清热明目、润肠通便的功效^[1]。现代药理研究表明,决明子具有调脂、降血压、保肝、明目、抗氧化、抗菌、抗肿瘤等功效,是药食同源物质^[2-4]。其主要化学成分包括蒽醌类(橙黄决明素、芦荟大黄素、黄决明素、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚等),萘并吡喃酮类(红镰霉素龙胆二糖苷、决明子苷C、橙黄决明素-6-O-β-D-葡萄糖苷等),脂肪酸类及多糖类等^[3-5]。中药标准汤剂作为一种标准物质和标准体系,其质量评价研究可为衡量配方颗粒质量均一性、评价配方颗粒与临床汤剂一致性提供参考^[6-11]。本研究中通过制备决明子标准汤剂,并建立特征指纹图谱和多指标成分分析方法评价其质量。现报道如下。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

Agilent 1260 型高效液相色谱仪,二极管阵列(DAD)检测器(美国 Agilent 公司);KQ-500DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司,功率为250 W,频率为50 Hz);BT25S 型电子天平(赛多利斯科学仪器有限公司,精度为十万分之一);CP2102 型电子天平(奥豪斯仪器有限公司,精度为十万分之一)。

1.2 试剂

橙黄决明素对照品(批号为111900-201605,含量为98.3%),芦荟大黄素对照品(批号为110795-201710,含量为98.3%),黄决明素对照品(批号为E-2333,含量为98.2%),大黄素对照品(批号为110756-201512,含量为98.7%),大黄酚对照品(批号为

*基金项目:陕西省科技创新能力支撑计划项目[2018PT-29]。

第一作者:陈萍,女,大学本科,研究员,硕士研究生导师,研究方向为中药质量评价与新药开发,(电子信箱)cp3049033@163.com。

△通信作者:薛佩芸,女,在读硕士研究生,研究方向为中药质量评价与新药开发,(电子信箱)xpy13165783669@126.com。

110796-201621, 含量为 99.2%), 大黄素甲醚对照品(批号为 110758-201616, 含量为 99.0%), 均购自中国食品药品检定研究院; 乙腈, 磷酸均为色谱纯, 水为超纯水, 其余试剂均为分析纯; 21批决明子饮片(编号 S1-S21, 批号见表 1)分别产自安徽、河南、广西、云南等地, 经陕西省中医药研究院杨智峰教授鉴定为正品。

表 1 市售 21 批决明子质量考察结果

编号	批号	水分(%)	总灰分(%)	含量测定		结果判定
				橙黄决明素(%)	大黄酚(%)	
S1	20170803	9.56	2.53	0.082	0.182	合格
S2	20171002	9.49	2.70	0.090	0.190	合格
S3	20170901	9.49	3.31	0.084	0.201	合格
S4	20170801	9.67	2.67	0.082	0.195	合格
S5	20171201	9.01	3.12	0.087	0.179	合格
S6	20171206	8.51	3.30	0.112	0.044	不合格
S7	20180120	10.15	4.24	0.069	0.152	不合格
S8	20180401	9.01	2.74	0.094	0.144	合格
S9	20180701	8.91	2.66	0.084	0.157	合格
S10	20180101	9.65	3.57	0.057	0.155	不合格
S11	20160301	9.02	2.74	0.083	0.183	合格
S12	20161001	9.65	2.66	0.088	0.189	合格
S13	20170401	9.43	2.08	0.090	0.210	合格
S14	20180322	9.68	3.50	0.040	0.083	不合格
S15	20160503	10.01	2.66	0.084	0.185	合格
S16	20180405	9.68	2.67	0.087	0.206	合格
S17	20170916	9.65	4.30	0.129	0.054	不合格
S18	20180201	9.69	3.55	0.110	0.080	不合格
S19	20180108	9.45	2.67	0.086	0.191	合格
S20	20180901	9.63	3.12	0.088	0.190	合格
S21	20180212	9.01	2.70	0.086	0.194	合格

2 方法与结果

2.1 市售决明子饮片质量考察

根据 2015 年版《中国药典(一部)》决明子饮片项下规定, 对市售 21 批决明子饮片进行质量考察, 结果见表 1。

2.2 标准汤剂制备

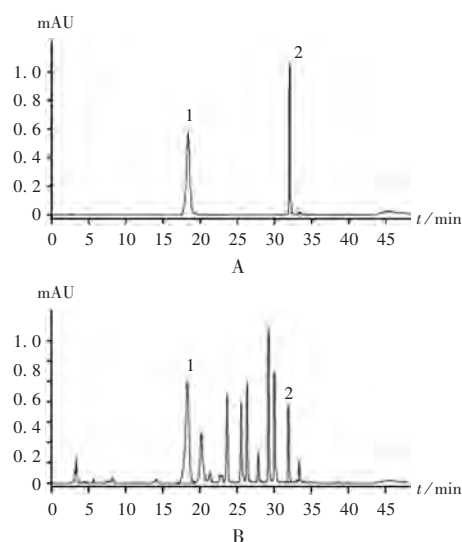
根据国家中医药管理局颁布的《医疗机构中药煎药室管理规范》原则^[12], 按表 1 依次称取 15 批合格决明子饮片各 150 g, 分别加入 8 倍量纯净水, 浸泡 30 min, 沸腾后加热回流 30 min, 趁热过滤, 药渣再加 8 倍水, 加热回流 30 min, 趁热过滤, 合并滤液, 以水定容至 2 500 mL, 即得 1~15 号样品, 备用。

2.3 标准汤剂中橙黄决明素及大黄酚含量测定^[13-14]

2.3.1 色谱条件与系统适用性试验

色谱柱: Welchrom C₁₈ 柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相: 乙腈(A)-0.1% 磷酸水溶液(B), 梯度洗脱, 0~15 min 时 38% A, 15~30 min 时 38% A-90% A,

30~40 min 时 90% A, 40~45 min 时 38% A; 流速: 1.0 mL/min; 检测波长: 284 nm; 柱温: 30 ℃; 进样量: 10 μL。分别取对照品溶液及供试品溶液各 10 μL, 按拟订色谱条件进样测定, 橙黄决明素和大黄酚的保留时间分别为 18.436 min 和 31.877 min, 各成分色谱峰与相邻峰分离度均大于 1.5, 理论板数均大于 7 800, 拖尾因子 0.95~1.05。色谱图见图 1。



1. 橙黄决明素 2. 大黄酚
A. 混合对照品溶液 B. 供试品溶液

图 1 高效液相色谱图

2.3.2 溶液制备

取橙黄决明素对照品、大黄酚对照品适量, 精密称定, 加无水乙醇-乙酸乙酯(2:1, V/V)混合溶液制成含橙黄决明素 131.65 μg/mL、大黄酚 246.8 μg/mL 的混合对照品母液。精密吸取母液 1.5 mL, 置 10 mL 容量瓶中, 以无水乙醇-乙酸乙酯(2:1, V/V)混合溶液稀释至刻度, 即得对照品溶液。分别精密吸取 1~15 号标准汤剂各 20 mL, 加盐酸 1.0 mL, 置水浴中加热水解 1 h, 立即冷却, 用三氯甲烷振摇提取 4 次, 每次 30 mL, 合并三氯甲烷液, 回收溶剂至干, 残渣用无水乙醇-乙酸乙酯(2:1, V/V)混合溶液溶解, 转移至 25 mL 容量瓶中, 并稀释至刻度, 摇匀, 滤过, 取续滤液, 即得供试品溶液。

2.3.3 方法学考察

线性关系考察: 分别精密量取对照品母液 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 mL, 分别加无水乙醇-乙酸乙酯(2:1, V/V)混合溶液定容于 10 mL 容量瓶。分别吸取 10 μL 注入高效液相色谱仪, 按拟订色谱条件进样测定, 重复 2 次。以各成分的峰面积平均值(Y)为纵坐标、对应成分的质量浓度(X, μg/mL)为横坐标绘制标准曲线。结果见表 2。

精密度试验: 分别取 2.3.2 项下对照品溶液及供试品溶液(1 号), 按拟订色谱条件分别连续进样 6 次。结

表2 橙黄决明素及大黄酚线性关系考察结果($n=6$)

成分	线性回归方程	线性范围(μg)	相关系数(R^2)
橙黄决明素	$Y=79.62839X-36.25151$	0.0131~3.2912	0.99996
大黄酚	$Y=25.75886X-20.04353$	0.0247~6.1700	0.99996

果对照品溶液中橙黄决明素及大黄酚峰面积的 RSD 分别为 0.09% 和 0.12% ($n=6$), 供试品溶液中橙黄决明素及大黄酚峰面积的 RSD 分别为 0.35% 和 0.24% ($n=6$), 表明仪器精密度良好。

稳定性试验: 取 2.3.2 项下供试品溶液(1号), 分别于 0, 2, 4, 8, 12, 20, 24 h 时按拟订色谱条件进样测定。结果橙黄决明素及大黄酚峰面积的 RSD 分别为 0.88% 和 0.96% ($n=7$), 表明供试品溶液 24 h 内稳定。

重复性试验: 取同一标准汤剂(1号), 依法平行制备 6 份供试品溶液, 按拟订色谱条件进样测定。结果橙黄决明素及大黄酚峰面积的 RSD 分别为 2.86% 和 2.72% ($n=6$), 表明方法重复性良好。

加样回收试验: 精密量取已知含量的决明子标准汤剂(1号)6 份, 各 2.0 mL, 分别加入橙黄决明素及大黄酚对照品贮备液适量, 依法制备供试品溶液, 定容至 5 mL, 按拟订色谱条件测定, 计算回收率。结果见表 3。

2.3.4 样品含量测定

分别精密吸取 2.3.2 项下 1~15 号供试品溶液各 10 μL , 按拟订色谱条件测定, 计算供试品溶液中橙黄决明素和大黄酚的含量。结果见表 4。

2.4 决明子标准汤剂出膏率及转移率测定

出膏率: 精密量取 1~15 号决明子标准汤剂各 100 mL, 置已恒重的蒸发皿中, 水浴蒸干, 于烘箱 105 $^{\circ}\text{C}$ 干燥至恒重, 计算出膏率。 $y(\%) = [(m_1/100 \times V)/m_2] \times 100\%$ (y 为出膏率, m_1 为干浸膏质量, V 为样品溶液总体积, m_2 为饮片质量)。结果见表 4。15 批标准汤剂出膏率为 9.57% ~ 14.39%, 平均 $(12.32 \pm 1.35)\%$ 。

转移率: 计算橙黄决明素及大黄酚转移率。指标成

表4 标准汤剂出膏率、指标成分含量及转移率测定结果(%)

编号	出膏率	橙黄决明素		大黄酚	
		含量	转移率	含量	转移率
1(S1)	11.66	0.072	86.59	0.041	23.08
2(S2)	12.58	0.077	85.56	0.047	24.74
3(S3)	14.39	0.070	83.33	0.048	23.88
4(S4)	13.77	0.068	82.93	0.046	23.59
5(S5)	11.69	0.075	86.21	0.044	24.58
6(S8)	9.57	0.080	85.11	0.036	25.00
7(S9)	9.76	0.069	82.14	0.037	23.57
8(S11)	12.95	0.067	80.72	0.047	25.68
9(S12)	12.90	0.071	80.68	0.047	24.87
10(S13)	12.96	0.079	87.78	0.049	23.33
11(S15)	11.12	0.071	84.52	0.045	24.32
12(S16)	12.44	0.077	88.51	0.046	22.33
13(S19)	14.08	0.074	86.05	0.044	23.04
14(S20)	12.29	0.074	84.09	0.043	22.63
15(S21)	12.67	0.077	89.53	0.046	22.68

分的转移率($\%$) = (标准汤剂中指标成分的含量/饮片
中指标成分的含量) $\times 100\%$ 。结果见表 4。15 批标准汤
剂橙黄决明素转移率为 82.93% ~ 89.53%, 平均
(84.92 ± 2.57)%; 大黄酚转移率为 22.33% ~ 25.68%,
平均(23.82 ± 0.97)%。

2.5 HPLC-DVD 特征指纹图谱

2.5.1 色谱条件

同 2.3.1 项下色谱条件。

2.5.2 溶液制备

分别称取橙黄决明素对照品、芦荟大黄素对照品、
黄决明素对照品、大黄素对照品、大黄酚对照品及大黄
素甲醚对照品, 精密称定, 加无水乙醇-乙酸乙酯(2:1,
 V/V)混合溶液, 制成含橙黄决明素 263.3 $\mu\text{g/mL}$ 、芦
荟大黄素 252.0 $\mu\text{g/mL}$ 、黄决明素 247.8 $\mu\text{g/mL}$ 、大黄
素 247.6 $\mu\text{g/mL}$ 、大黄酚 246.8 $\mu\text{g/mL}$ 、大黄素甲醚

表3 加样回收试验结果($n=9$)

样品含量(mg)		加入量(mg)		测得量(mg)		回收率(%)		$\bar{X}(\%)$		$RSD(\%)$	
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0.122	0.092	0.023	0.025	0.145	0.116	100.00	96.00				
0.122	0.092	0.023	0.025	0.144	0.118	95.65	104.00				
0.122	0.092	0.023	0.025	0.144	0.118	95.65	104.00				
0.122	0.092	0.029	0.042	0.149	0.136	93.10	104.76				
0.122	0.092	0.029	0.042	0.150	0.132	96.55	95.24	97.40	100.80	3.25	3.63
0.122	0.092	0.029	0.042	0.150	0.134	96.55	100.00				
0.122	0.092	0.058	0.084	0.179	0.178	98.28	102.38				
0.122	0.092	0.058	0.084	0.182	0.176	103.45	100.00				
0.122	0.092	0.058	0.084	-	-	-	-				

注: A 为橙黄决明素, B 为芦荟大黄素; “-”为试验失败。

201.8 $\mu\text{g/mL}$ 的混合对照品溶液,即得对照品溶液。按 2.3.2 项下方法制备 1~15 号供试品溶液。

2.5.3 方法学考察

精密度试验:取 2.5.2 项下供试品溶液(1 号),按拟订色谱条件连续进样 6 次,色谱图见图 2。可见,1 号色谱峰(橙黄决明素)在决明子标准汤剂的制备过程中相对较稳定、含量高、分离度好,故被选作参照峰。色谱图中 10 个共有峰的相对保留时间(RRT)和相对峰面积(RPa)的 RSD 小于 3% ($n=6$),表明仪器精密度良好。详见表 5。

稳定性试验:取 2.5.2 项下供试品溶液(1 号),于 0,2,4,8,12,24 h 时按拟订色谱条件进样测定,色谱图中 10 个共有峰 RRT 和 RPa 的 RSD 见表 5,表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

重复性试验:取同一标准汤剂(1 号),依法平行制备 6 份供试品溶液,按拟订色谱条件进样测定。色谱图中 10 个共有峰 RRT 和 RPa 的 RSD 见表 5,表明方法重复性良好。

2.5.4 指纹图谱测定及特征峰指认

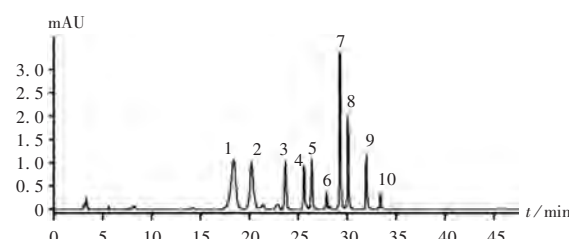
按拟订色谱条件对 15 批决明子标准汤剂样品的特征图谱进行测定,以对照品的保留时间和紫外光谱进行特征峰确认,其中决明子的典型色谱图见图 2。

2.5.5 相似度评价

将 15 批决明子标准汤剂图谱数据导入国家药典委员会的《中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004A 版)》。参照图谱设为 S0,对照图谱生成方法设为平均数,时间窗宽度设为 0.10,多点校正,自动匹配,生成对照,计算相似度。结果见表 6。15 批决明子标准煎液的指

表 5 决明子标准汤剂精密度、稳定性、重复性试验测定结果(%, $n=6$)

编号	RSD(精密度)		RSD(稳定性)		RSD(重复性)	
	RRT	RPa	RRT	RPa	RRT	RPa
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.06	1.01	0.06	0.94	0.06	1.69
3	0.10	0.86	0.08	0.78	0.11	1.77
4	0.11	0.80	0.13	0.63	0.12	1.08
5	0.12	0.88	0.09	0.74	0.13	0.78
6	0.12	0.92	0.13	0.83	0.13	1.09
7	0.13	0.38	0.13	0.37	0.11	1.62
8	0.13	0.39	0.13	0.53	0.13	0.98
9	0.14	1.00	0.12	0.87	0.13	2.23
10	0.13	2.11	0.12	2.72	0.13	2.56



1. 橙黄决明素 2. 芦荟大黄素 3. 黄决明素 6. 大黄素
9. 大黄酚 10. 大黄素甲醚

图 2 决明子标准汤剂特征指纹图谱

纹图谱见图 3。结果 15 批决明子标准汤剂与对照指纹图谱相似度均大于 0.9,表明一致性好。

3 讨论

3.1 质量评价

本研究中主要从饮片质量控制、标准汤剂制备过程、标准汤剂的质量控制 3 个方面进行质量评价,其中标准汤剂制备过程严格遵守其标准化操作^[12],所得

表 6 15 批决明子标准汤剂指纹图谱相似度评价结果

编号	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S0
S1	1.000	0.990	0.976	0.993	0.996	0.994	0.990	0.995	0.997	0.995	0.997	0.994	0.989	0.992	0.991	0.995
S2	0.990	1.000	0.992	0.998	0.995	0.990	0.993	0.997	0.996	0.999	0.994	0.998	0.998	0.999	0.999	0.998
S3	0.976	0.992	1.000	0.992	0.985	0.977	0.983	0.988	0.983	0.989	0.983	0.988	0.994	0.991	0.991	0.990
S4	0.993	0.998	0.992	1.000	0.999	0.993	0.995	0.999	0.998	0.999	0.998	0.998	0.999	1.000	0.999	1.000
S5	0.996	0.995	0.985	0.999	1.000	0.994	0.994	1.000	0.999	0.998	1.000	0.997	0.997	0.998	0.997	0.999
S6	0.994	0.990	0.997	0.993	0.994	1.000	0.998	0.995	0.995	0.994	0.995	0.993	0.990	0.992	0.991	0.995
S7	0.990	0.993	0.983	0.995	0.994	0.998	1.000	0.995	0.994	0.995	0.994	0.995	0.994	0.995	0.995	0.996
S8	0.995	0.997	0.988	0.999	1.000	0.995	0.995	1.000	0.999	0.999	0.999	0.998	0.998	0.999	0.998	1.000
S9	0.997	0.996	0.983	0.998	0.999	0.995	0.994	0.999	1.000	0.999	0.999	0.999	0.996	0.998	0.997	0.999
S10	0.995	0.999	0.989	0.999	0.998	0.994	0.995	0.999	0.999	1.000	0.998	0.999	0.998	1.000	0.999	1.000
S11	0.997	0.994	0.983	0.998	1.000	0.995	0.994	0.999	0.999	0.998	1.000	0.997	0.996	0.998	0.996	0.999
S12	0.994	0.998	0.988	0.998	0.997	0.993	0.995	0.998	0.999	0.999	0.997	1.000	0.998	0.999	0.999	0.999
S13	0.989	0.998	0.994	0.999	0.997	0.990	0.994	0.998	0.996	0.998	0.996	0.998	1.000	0.999	0.999	0.999
S14	0.992	0.999	0.991	1.000	0.998	0.992	0.995	0.999	0.998	1.000	0.998	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000
S15	0.991	0.999	0.991	0.999	0.997	0.991	0.995	0.998	0.997	0.999	0.996	0.999	0.999	1.000	1.000	0.999
S0	0.995	0.998	0.990	1.000	0.999	0.995	0.996	1.000	0.999	1.000	0.999	0.999	0.999	1.000	0.999	1.000

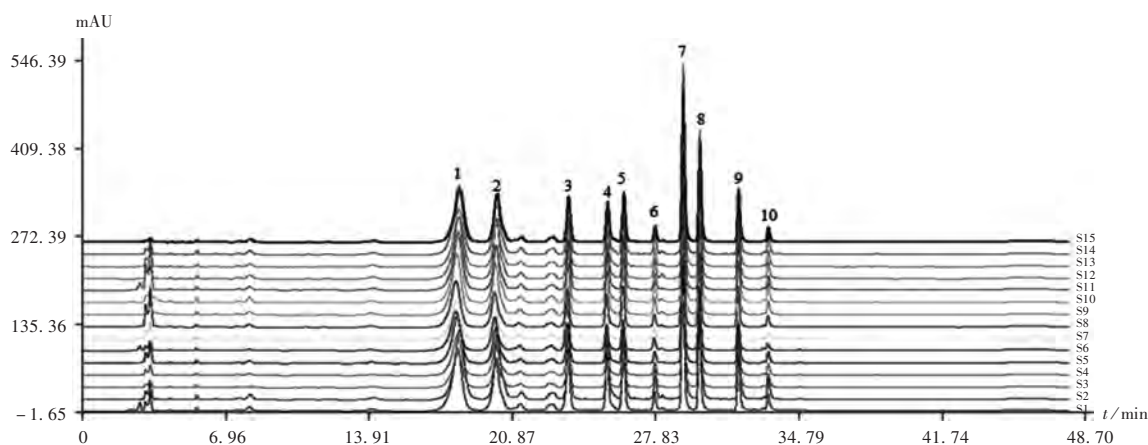


图3 15批决明子标准汤剂的特征指纹图谱

15批汤剂平均出膏率为 $(12.32 \pm 1.35)\%$,橙黄决明素平均转移率为 $(84.92 \pm 2.57)\%$,大黄酚平均转移率为 $(23.82 \pm 0.97)\%$ 。通过建立标准汤剂的橙黄决明素和大黄酚含量测定方法,同时建立标准汤剂特征指纹图谱测定方法,从指纹准确性和指标成分定量方面达到了对决明子标准汤剂整体质量的评价。

3.2 参数范围确定

以本研究中所建立的15批决明子标准汤剂各参数均值的75%~125%计,出膏率为9.24%~15.4%,橙黄决明素转移率为63.69%~106.15%,大黄酚转移率为17.86%~29.78%。各项实测值均在标准汤剂参数范围内,表明决明子标准煎液质量均一性好。

3.3 指标成分筛选与评价

出膏率和煎煮时间紧密相关,煎煮90 min后出膏率含量最高,并趋于稳定。本试验按标准化操作^[12],因此出膏率偏低。按2015年版《中国药典(一部)》决明子饮片测定橙黄决明素及大黄酚含量的方法,标准汤剂中橙黄决明素提取率高、转移率稳定,能表征提取物的均一性;大黄酚含量较低,可能是由其热不稳定性(和)煎煮过程中转化为其他黄酮类成分造成,具体原因有待进一步研究,故选用橙黄决明素为质量评价的指标成分。

3.4 指纹图谱分析

开展特征指纹图谱研究时,考虑到应最大限度地检出化学成分,试验选用乙腈-0.1%磷酸水溶液为流动相进行梯度洗脱,0~35 min时18%→19%乙腈,35~55 min时19%→36%乙腈,55~80 min时36%→85%乙腈,80~85 min时85%乙腈,85~86 min时85%→18%乙腈^[15-16],各化学成分出峰滞后(55 min后)。经反复试验,最终选择本试验中的洗脱条件,出峰数量多、保留时间合适。决明子标准汤剂检出10个特征指纹共有峰,其中4,5,7,8号共有峰的相对峰面积较大,目前未能指认出,还有待后期进一步研究。

参考文献:

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:

中国医药科技出版社,2015:145.

[2] 于凡,孙乐,许利嘉,等. 决明子现代应用的研究进展[J]. 中国现代中药,2018,20(5):626-630.

[3] 刘斌,巩鸿霞,肖学风,等. 决明子化学成分及药理作用研究进展[J]. 药物评价研究,2010,33(4):312-315.

[4] WANG YH, GAO L, ZHOU WJ, et al. Effects of Ethanol Extraction of Cassiae Semen on Glucolipid Metabolism and Inflammatory Cytokines in Hyperlipidemia Rats[J]. Medicinal Plant, 2014, 5(7):29-31.

[5] 董晓强,尹占芳. 决明子的化学成分及药理作用研究[J]. 中国当代医药,2013,20(7):18-19.

[6] LIN J, LU JQ, LI Q, et al. HS-SPME-GC-MS Analysis of Volatile Components in Semen Cassiae[J]. Medicinal Plant, 2016,7(23):9-10.

[7] 骆宜,张乐,王卫华,等. 高效液相色谱-离子阱-飞行时间质谱鉴定决明子化学成分[J]. 药物分析杂志,2015, 35(8):1408-1416.

[8] 陈士林,刘安,李琦,等. 中药饮片标准汤剂研究策略[J]. 中国中药杂志,2016,41(8):1367.

[9] 邓哲,荆文光,王淑慧,等. 中药饮片标准汤剂研究进展与讨论[J]. 中国中药杂志,2019,44(2):242-248.

[10] 沈霞飞,朱雪梅,陈凌云. 不同厂家决明子配方颗粒中大黄酚含量比较[J]. 医药导报,2008(05):600-601.

[11] 陈艳芬,刘伟民,江滨,等. 不同工艺决明子配方颗粒与传统饮片的药效学比较[J]. 中国实验方剂学杂志,2012, 18(13):161-164.

[12] 中华人民共和国卫生部,国家中医药管理局. 医疗机构中药煎药室管理规范[Z]. 2009.

[13] 曹丽娟,苗静,刘洁秀,等. 基于主成分分析的决明子中蒽醌类成分含量研究[J]. 中国中药杂志,2015,40(13):123-127.

[14] 黄小平,钟国跃,张雪梅,等. HPLC法测定决明子中大黄酚和橙黄决明素[J]. 中国中药杂志,2010,35(16):2065-2067.

[15] 梅国荣,刘飞,王福,等. 一测多评法测定决明子中橙黄决明素、大黄素、大黄酚和大黄素甲醚[J]. 中草药,2016, 47(8):1392-1396.

[16] 杨美丽,张少杰,杨金蕊,等. 决明子的特征图谱研究及质量分析[J]. 中国药业,2015,24(22):75-78.

(收稿日期:2019-09-23;修回日期:2020-02-05)