

[药材资源]

不同等级夏天无指纹图谱建立及6种成分测定

严丽萍¹，龚千锋^{1*}，温柔¹，李潮¹，于欢^{1*}，袁小平²

(1. 江西中医药大学药学院, 江西南昌 330004; 2. 江西樟树天齐堂中药饮片有限公司, 江西樟树 336000)

摘要: 目的 建立不同等级夏天无 *Corydalis decumbens* (Thunb.) Pers. HPLC 指纹图谱, 并测定原阿片碱、盐酸巴马汀、比枯枯灵碱、延胡索乙素、四氢药根碱、紫堇碱的含有量。方法 夏天无 50% 甲醇提取物的分析采用 e2695 型 Waters-C₁₈ (4.6 mm × 250 mm, 5 μm); 流动相乙腈-0.5% 三乙胺溶液, 梯度洗脱; 体积流量 1.0 mL/min; 检测波长 289 nm; 柱温 25 °C。结果 42 批样品指纹图谱中有 12 个共有峰, 相似度均大于 0.940。原阿片碱、盐酸巴马汀、比枯枯灵碱、延胡索乙素、四氢药根碱、紫堇碱在各自范围内线性关系良好 ($r \geq 0.9995$), 平均加样回收率 97.31% ~ 98.23%, RSD 0.76% ~ 1.93%。结论 该方法稳定可靠, 可用于夏天无的质量控制。

关键词: 夏天无; 指纹图谱; 化学成分; HPLC

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2020)06-1526-06

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2020.06.026

Establishment of HPLC fingerprints of different grades *Corydalis decumbens* and determination of six constituents

YAN Li-ping¹, GONG Qian-feng^{1*}, WEN Rou¹, LI Chao¹, YU Huan^{1*}, YUAN Xiao-ping^{2*}

(1. Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China; 2. Jiangxi Tianqitang Co., Ltd, Zhangshu 336000, China)

ABSTRACT: AIM To establish the HPLC fingerprints of different grades *Corydalis decumbens* (Thunb.) Pers. and to determine the contents of protopine, palmatine hydrochloride, palmatine hydrochloride, cumene, tetrahydropalmatine and scutellaria. **METHODS** The analysis of 50% methanol extract of *C. decumbens* was developed on 25 °C thermostatic 2695 Waters-C₁₈ (4.6mm × 250 mm, 5μm), with the mobile phase comprising of acetonitrile-0.5% triethylamine flowing at 1.0 mL/min in a gradient elution manner, and the detection wavelength was set at 289 nm. **RESULTS** There were twelve common peaks in the fingerprints of forty-two batches of samples, with the similarities of more than 0.940. Protopine, palmatine hydrochloride, palmatine hydrochloride, cumene, tetrahydropalmatine and scutellaria showed good linear relationships within their own ranges ($r \geq 0.9995$), whose average recoveries were 97.31% – 98.23%, with the RSDs of 0.76% – 1.93%. **CONCLUSION** This stable and reliable method can be used for the quality control of *C. decumbens*.

KEY WORDS: *Corydalis decumbens* (Thunb.) Pers.; fingerprints; chemical constituents; HPLC

夏天无系罂粟科植物伏生紫堇 *Corydalis decumbens* (Thunb.) Pers. 的干燥块茎, 别名伏地

延胡索、无柄紫堇、土元胡、夏无踪、一粒金丹^[1], 以江西余江产质量为佳; 具有活血通络、

收稿日期: 2019-06-28

基金项目: 国家中药管理局草珊瑚等 10 种中药饮片标准化建设项目 (ZYBZH-Y-JX-27); 基于樟树特色技术的头刀切制及减毒现代研究 (JXSYLXK-ZHYAO038); 基于特殊调配的临方炮制技术现代研究 (JXSYLXK-ZHYAO043)

作者简介: 严丽萍 (1993—), 女, 硕士生, 从事中药炮制、饮片质量标准与炮制机制研究。Tel: 18675820735, E-mail: 285160168@qq.com

*通信作者: 龚千锋 (1952—), 男, 教授, 博士生导师, 从事中药炮制传承、饮片质量标准与炮制机制研究。Tel: (0791) 87118852, E-mail: gongql2002@163.com

于欢 (1986—), 女, 讲师, 从事中药饮片标准化与中药炮制机理研究。Tel: 18607090626, E-mail: 416931863@qq.com

行气止痛的功效^[2]；临床主要用于中风偏瘫、跌扑损伤、风湿性关节炎、骨神经痛、风湿麻痹、腰腿疼痛^[3]等。夏天无的主要成分为生物碱，包括原阿片碱、盐酸巴马汀、延胡索乙素、比枯枯灵碱、四氢药根碱、紫堇碱等。药理研究表明，夏天无在心血管、神经系统等方面有很好的疗效。

传统中药材一般具有不同的商品等级，“看货评级，分档议价”是检测中药材质量的经验方法。但目前市场上绝大多数药材以“统货统价”进行交易。从近5年樟树药材走势来看，夏天无呈上升趋势，因此，确定其等级标准对在中药材流通中发挥作用。目前，夏天无并无其相关等级标准，其与延胡索是同科属系罂粟科紫堇属，传统功效及其性状相似。根据《标准》中规定将延胡索分为2个等级，一等每50 g 45粒以内，二等每50 g 45粒以外。结合现有15批次夏天无大小情况，将夏天无分为3个等级，分别为大选、统货、小选，划分依据为大选每20 g 30粒内，直径4~7 cm；统货每20 g 30~60粒，直径1~7 cm；小选每20 g 60粒外，直径0~1 cm。本研究将夏天无分为大选、统货、小选，以原阿片碱、盐酸巴马汀、延胡索乙素、比枯枯灵碱、四氢药根碱、紫堇碱6种生物碱含有量为控制指标，结合指纹图谱及化学模式分析对不同等级样品进行比较。

1 材料

1.1 仪器 Waters e2695型高效液相色谱仪(Empower色谱工作站，美国Waters公司)；AE240电子分析天平(十万分之一，梅特勒-托利多仪器上海有限公司)；GZX-9076MBE型电热鼓风干燥箱(上海博迅实业有限公司医疗设备厂)；SHZ-D(Ⅲ)循环水式真空泵(巩义市英峪予华仪器厂)；中药粉碎机(长沙旭朗粉碎机械有限公司)；5号标准筛(绍兴市上虞张兴纱筛厂)；KQ-5200B超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)；水相和有机相过滤膜(上海市新亚净化器件厂)。

1.2 试剂与药物 夏天无药材分别采自余江县锦江镇、马荃嵩山村、江西都昌、江西湖口县、上高、鄱阳县、万载白良等夏天无种植基地，经江西中医药大学龚千锋教授鉴定为正品，信息见表1。原阿片碱(批号BCTG-0414)、盐酸巴马汀(批号BCTG-0234)、延胡索乙素(批号BCTG-0235)、四氢药根碱(批号BCTG-0261)、紫堇碱(批号BCTG-0263)均购于江西本草天工生物技术有限公司；比枯枯灵碱(批号20056-201611，南昌贝塔生物科技有限公司)；分析纯冰醋酸、三乙胺、色谱纯乙腈、分析纯甲醇(西陇科学股份有限公司)；水为娃哈哈纯净水。

表1 样品信息

Tab. 1 Information of samples

编号	产地	等级	相似度	编号	产地	等级	相似度
S1	余江县锦江镇	大	0.946	S8	余江县邓埠西版村	大	0.980
		统货	0.968			统货	0.990
		小	0.987			小	0.985
S2	余江县马荃嵩山村	大	0.990	S9	江西鄱阳县	大	0.977
		统货	0.986			统货	0.986
		小	0.983			小	0.977
S3	马荃松山	大	0.978	S10	邓埠交通北路	大	0.981
		统货	0.988			统货	0.982
		小	0.984			小	0.982
S4	余江县马荃镇杨柳村	大	0.980	S11	上高	大	0.981
		统货	0.994			统货	0.971
		小	0.980			小	0.973
S5	余江县锦江镇	大	0.981	S12	万载白良	大	0.989
		统货	0.992			统货	0.969
		小	0.980			小	0.943
S6	江西都昌县	大	0.986	S13	马荃杨柳	大	0.980
		统货	0.977			统货	0.995
		小	0.982			小	0.994
S7	江西湖口县	大	0.988	S14	黄溪塔州	大	0.960
		统货	0.993			统货	0.975
		小	0.990			小	0.991

2 方法与结果

2.1 波长选择 用UltiMate 3000 DAD检测器对原阿片碱、盐酸巴马汀、延胡索乙素、比枯枯灵碱、四氢药根碱、紫堇碱在200~400 nm波段进行扫描,当检测波长为289 nm时,6种待测成分均有较大紫外吸收,响应高且分离效果良好,故选用289 nm为检测波长。

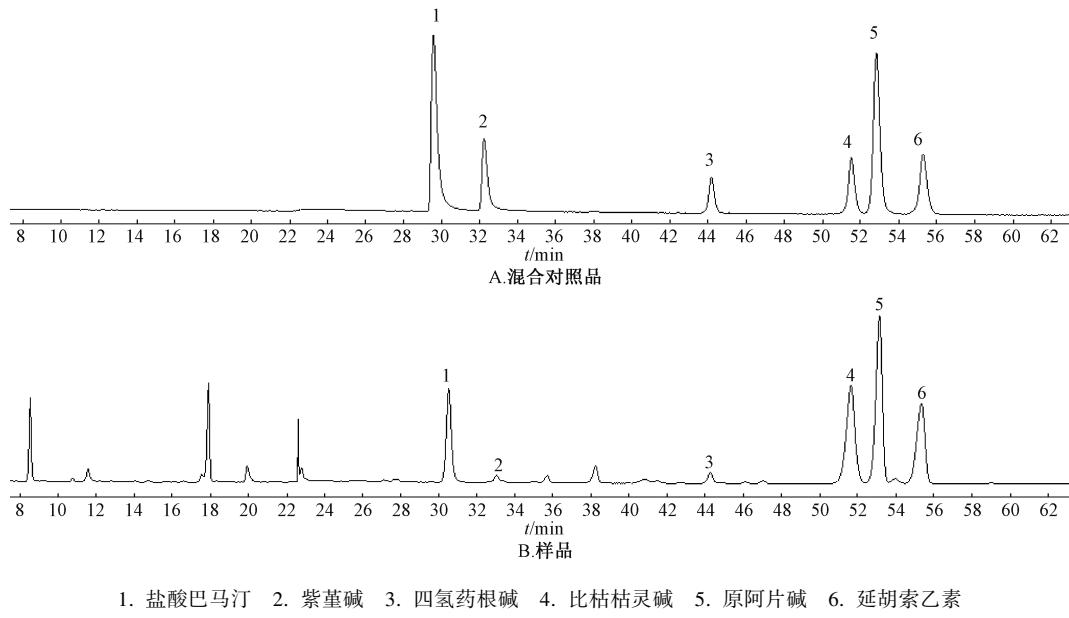
2.2 色谱条件 Diamonsil-C₁₈色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相乙腈(A)-水溶液(B,每1 000 mL含三乙胺5 mL,用冰醋酸调pH=9.99),梯度程序洗脱,程序见表2;检测波长

289 nm;体积流量1.0 mL/min;柱温25 °C;进样量10 μL。在此色谱条件下,各成分得到很好的分离,保留时间与对照品一致。色谱图见图1。

表2 梯度洗脱程序

Tab. 2 Gradient elution programs

洗脱时间/min	A 乙腈/%	B 水/%
0	10	90
25	30	70
42	40	60
49	44	56
59	44.1	55.9
65	46	54
70	10	90



1. 盐酸巴马汀 2. 紫堇碱 3. 四氢药根碱 4. 比枯枯灵碱 5. 原阿片碱 6. 延胡索乙素

1. palmatine hydrochloride 2. violine 3. tetrahydropalmatine 4. bicuronine 5. protopioioid 6. tetrahydropalmatine B

图1 各成分HPLC色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of various constituents

2.3 对照品溶液制备 精密称取原阿片碱530 μg、盐酸巴马汀403 μg、延胡索乙素478 μg、比枯枯灵碱313 μg、四氢药根碱410 μg、紫堇碱327 μg,置于10 mL量瓶中,加甲醇定容,配制成质量浓度分别为530、403、478、313、410、327 μg/mL的对照品溶液。

2.4 供试品溶液制备

2.4.1 鲜品前处理 将鲜夏天无用抢水洗净,后放置在阳光下晒干或阴凉通风处阴干,备用。

2.4.2 供试品溶液 称取夏天无细粉(过5号筛),精密称定1 g,置于具塞锥形瓶中,精密加入50%甲醇50 mL,称定质量,超声(200 W、40 kHz)提取30 min,放冷,再称定质量,用50%甲醇溶液补足减失的质量,摇匀,过0.22 μm微孔滤膜,取续滤液,即得。

2.5 方法学考察

2.5.1 系统适应性试验 取“2.3”项下对照品溶液,在“2.2”项色谱条件下进样,记录色谱图,见图1。

2.5.2 线性关系考察 精密吸取“2.3”项下对照品溶液适量至5 mL量瓶中,甲醇定容,配制不同质量浓度的对照品溶液,在“2.2”项色谱条件下进样10 μL,以峰面积为纵坐标(Y),各对照品质量浓度为横坐标(X)进行线性回归,结果见表3。

2.5.3 精密度试验 精密称取同一批次夏天无粉末(S1统货)1 g,按“2.4”项下方法制备供试品溶液,在“2.2”项色谱条件下连续自动进样10 μL,共6次,记录色谱图,以5号峰(原阿片碱)的保留时间和峰面积为参照,测得各共有峰

表3 各成分线性关系

Tab. 3 Linear relationships of various constituents

成分	回归方程	r	线性范围/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)
原阿片碱	$Y=13700X-1360$	0.9999	3.975~159.0
盐酸巴马汀	$Y=18900X-8160$	0.9997	1.612~80.6
延胡索乙素	$Y=6660X-1610$	0.9996	7.17~143.4
比枯枯灵碱	$Y=7870X+2.50$	0.9998	25.04~125.2
四氢药根碱	$Y=6730X+714$	0.9998	4.11~41.00
紫堇碱	$Y=17900X+1970$	0.9995	0.0545~5.45

的相对峰面积和相对保留时间 RSD 均小于 3%，表明仪器精密度良好。

2.5.4 重复性试验 精密称取同一批号夏天无粉末 (S1 统货) 1 g, 6 份, 按“2.4”项下方法制备供试品溶液, 在“2.2”项色谱条件下进样, 以 5 号峰 (原阿片碱) 的保留时间和峰面积为参照, 测得各共有峰的相对峰面积和相对保留时间 RSD 均小于 3%, 表明该方法重复性良好。

2.5.5 稳定性试验 取同一批夏天无供试品溶液, 分别于室温条件下放置 0、2、4、6、12、24、48 h, 在“2.2”项色谱条件下进样, 以 5 号峰 (原阿片碱) 的保留时间和峰面积为参照, 测得各共有峰的相对峰面积和相对保留时间 RSD 均小于 3%, 表明该供试品溶液在 48 h 内稳定性良好。

2.5.6 加样回收率试验 精密称取同一批次已知含有量的夏天无粉末 6 份, 每份约 1.0 g, 分别精密加入原阿片碱等 6 种对照品, 加入量分别为供试品含有量的 80%、100%、120%, 按“2.4”项下方法制备供试品溶液, 在“2.2”项色谱条件下进样, 记录各对照品峰面积并计算回收率, 结果显示原阿片碱、盐酸巴马汀、延胡索乙素、比枯枯灵碱、四氢药根碱、紫堇碱的回收率分别为 97.54%、97.85%、97.31%、97.61%、97.78%、98.23%; RSD 分别为 1.21%、0.76%、1.26%、1.93%、1.52%、1.24%。

2.5.7 样品含有量测定 取夏天无样品, 分别按“2.4”项下方法制备供试品溶液, 在“2.2”项色谱条件下进样, 测定原阿片碱等 6 种成分的含有量, 结果见表 4。可知, 不同批次不同等级夏天无中 6 种生物碱含有量均有差别; 同产地不同等级样品, 生物碱含有量也具有差异; 直观分析, 原阿片碱、盐酸巴马汀、延胡索盐酸含有量大选和统货均大于小选; 约 43% 样品大选含有量最高, 小选最低; 此外, 小选的比枯枯灵碱含有量几乎高于其他等级样品, 夏天无等级划分在质量控制和临幊上具有一定的意义。

表4 各成分含有量测定结果 (mg/g)

Tab. 4 Results of content determination of various constituents (mg/g)

产地	等级	原阿片碱	盐酸巴 马汀	延胡索 乙素	比枯枯 灵碱	四氢药 根碱	紫堇碱
S1	大	4.903	3.040	3.945	3.971	0.374	0.175
	统货	2.957	1.536	2.425	2.685	0.313	0.124
	小	4.308	2.194	3.452	5.165	0.434	0.184
S2	大	4.513	1.472	5.773	6.295	0.496	0.130
	统货	4.267	1.240	4.599	7.317	0.554	0.179
	小	4.551	1.009	4.123	6.363	0.479	0.132
S3	大	4.986	3.527	5.763	7.791	0.482	0.135
	统货	4.621	2.495	5.730	8.847	0.536	0.219
	小	4.090	1.802	4.816	8.480	0.635	0.201
S4	大	6.452	2.902	5.545	5.704	0.586	0.137
	统货	5.634	2.200	4.894	6.463	0.536	0.152
	小	5.500	2.071	3.997	5.057	0.480	0.091
S5	大	4.200	2.874	5.682	6.596	0.495	0.137
	统货	3.472	1.921	4.088	5.257	0.408	0.132
	小	3.390	2.123	4.488	7.336	0.525	0.103
S6	大	5.265	3.321	5.940	7.717	0.442	0.134
	统货	4.165	2.890	6.045	8.921	0.580	0.195
	小	4.104	2.560	5.858	8.639	0.627	0.157
S7	大	3.865	1.434	5.296	4.341	0.531	0.157
	统货	4.000	1.245	5.139	5.258	0.573	0.190
	小	3.677	1.024	4.317	5.549	0.578	0.143
S8	大	4.881	3.135	5.410	6.307	0.345	0.148
	统货	5.083	2.952	5.519	7.472	0.530	0.216
	小	1.837	1.139	1.865	3.376	0.297	0.052
S9	大	4.726	1.287	5.774	4.464	0.558	0.202
	统货	4.205	1.065	4.851	6.285	0.630	0.160
	小	3.993	0.898	4.857	6.686	0.700	0.180
S10	大	2.737	0.863	3.671	2.834	0.326	0.158
	统货	3.473	0.969	4.548	3.870	0.527	0.244
	小	2.902	0.668	3.757	3.833	0.500	0.165
S11	大	5.106	1.172	4.179	5.735	0.550	0.198
	统货	5.557	0.983	4.320	7.426	0.553	0.224
	小	3.753	0.722	3.182	5.675	0.524	0.172
S12	大	4.584	1.634	6.317	8.270	0.683	0.144
	统货	5.557	0.527	2.660	3.726	0.308	0.063
	小	2.734	1.049	4.956	7.692	0.683	0.125
S13	大	4.026	2.133	3.968	4.999	0.293	0.062
	统货	4.571	2.046	4.772	7.035	0.464	0.143
	小	3.715	1.427	3.943	5.924	0.520	0.110
S14	大	4.842	1.525	3.627	3.360	0.325	0.078
	统货	5.508	1.550	5.257	4.793	0.535	0.141
	小	4.717	1.350	4.861	5.466	0.714	0.166

3 结果与分析

3.1 指纹图谱建立 取上述 14 个产地大选、统货、小选夏天无粉末, 按“2.4”项下方法制备供试品溶液, 在“2.2”项色谱条件下, 分别取 10 μL 进样, 记录指纹图谱, 将 14 个产地 3 个等级的夏天无指纹图谱数据导入“中药色谱指纹图谱相似度评价系统”(2012 版) 软件, 以 S1 样品

色谱图为参照,详细比较了所有批次样品的HPLC色谱图,共确定12个特征共有峰,确定了6号峰为盐酸巴马汀、7号峰为紫堇碱、9号峰为四氢药根碱、10号峰为比枯枯灵碱、11号峰为原阿片碱,12号峰为延胡索乙素。见图2~3。

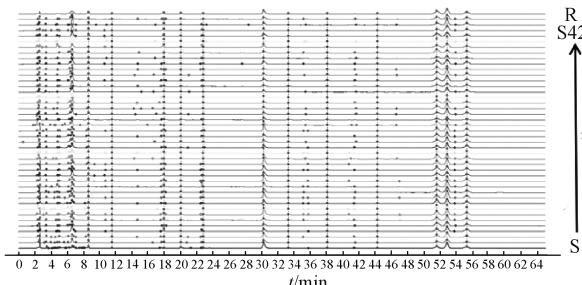


图2 42批样品HPLC指纹图谱

Fig. 2 HPLC fingerprints of forty-two batches of samples

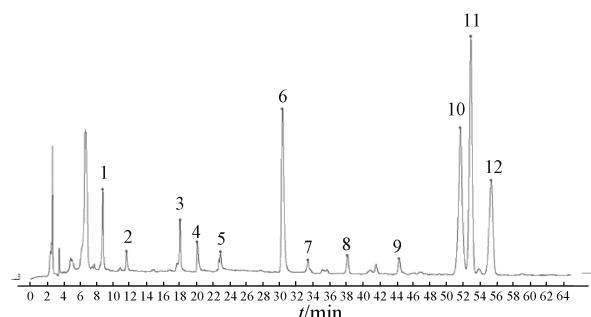


图3 夏天无对照指纹图谱

Fig. 3 HPLC reference spectrum of *C. decumbens*

3.2 相似度分析 采用“中药色谱指纹图谱相似度评价系统”(2012版)软件,以夏天无对照指纹图谱为参照,计算相似度,结果见表1。可知,14个产地3个等级夏天无药材与对照指纹图谱的相似度均大于0.94,表明同产地不同等级夏天无药材在成分组成上无太大差别。

3.3 化学模式识别 采集14批次3等级夏天无6

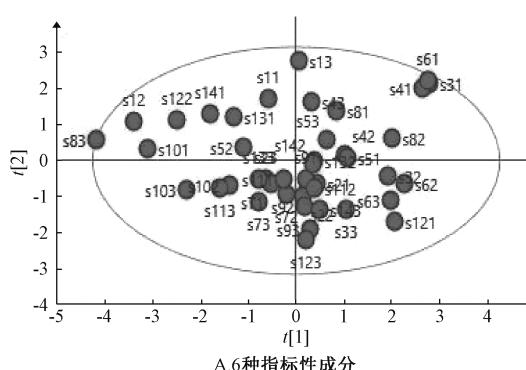
成分定量数据,利用SIMCA 14.1软件对夏天无中6种主要指标性成分进行分析^[4-5]。将42批次夏天无样品6种特征成分导入SIMCA 14.1软件中进行主成分分析分析,图4表明,3个等级未能很好的区分。为了更好地考察化学模式识别方法能否将不同等级完全区分,进一步采用OPLS-DA法对样品进行分析,由图4B可以看出,大选与小选可以很好的分开,为夏天无的等级划分提供可靠依据。

4 讨论

4.1 供试品制备方法选择 本研究考察了同一批次的夏天无粉末的回流提取和超声提取,结果发现,两者含有量差异不大,加热回流法,试剂和能源耗费大、时间长、过程较复杂,且加热有些成分易分解;而超声提取法,时间短、操作简单,因此选择超声提取法。

4.2 流动相选择 考察了乙腈-三乙胺醋酸溶液(每1 000 mL含三乙胺8 mL、冰醋酸30 mL)、乙腈-三乙胺醋酸溶液(每1 000 mL含三乙胺5 mL、冰醋酸2 mL)、乙腈-三乙胺醋酸溶液(每1 000 mL含三乙胺5 mL、用冰醋酸调pH 9.99)、乙腈-0.1% 磷酸溶液、乙腈-0.2% 磷酸溶液、乙腈-0.6% 磷酸溶液6个流动相系统。结果单纯用磷酸的分离度不理想,且pH对峰型、分离度、保留时间和峰面积影响大。流动相中的碱性物质含有量要固定不变,同时此条件下的pH值需精确到千分之一,两者之一未达到要求,其峰的分离度不理想。夏天无主要含有生物碱类成分,在酸性或者碱性条件下可以达到分离,此研究碱性条件下进行。

4.3 波长选择 使用二极管阵列检测器对样品进行200~400 nm的全波段扫描,并对各波长下的色谱图进行分析比较。结果表明各成分在289 nm处均有较好吸收,且分离良好,特征峰明显且峰形



较好。

4.4 6种指标性成分确定 夏天无中主要含生物碱成分,原阿片碱含有量最高^[6-7],其具有镇痛、解痉、改善微血管循环、抗血小板聚集、扩血管等作用^[8];盐酸巴马汀具有抗心律失常、抑制癌细胞增长的药理作用^[9];延胡索乙素具有镇痛和镇静催眠^[10]、抗心律失常^[11]、降血压、钙拮抗等作用,且不良反应较少,对持续性、慢性钝痛有极佳镇痛效果四氢药根碱具有抗炎抗病毒抗心律失常作用;去氢紫堇碱有明显的抗心肌缺氧缺血^[12]、抗炎^[13]、抗肿瘤^[14-15]、抑制血小板聚集^[16]、改善循环、降低耗氧量、保护心脑血管等作用。

随着中药材规模化种植、机械化加工,市场上绝大多数药材以统货的形式流通。《标准》试行,但未得到普及,原因一是现代中药材商品流通很难和《标准》达到统一,原因二是《标准》的建立只局限于性状,而未深入到内在成分指标的考察。近几年,夏天无市场价呈增长趋势,等级划分具有一定实际意义。现行药典仅对原阿片碱和盐酸巴马汀2种成分进行质量控制,较为单一,研究发现,夏天无样品中有毒成分比枯桔灵碱含有量较高,为保证临床用药安全,制定质量标准时应考虑其因素。

参考文献:

- [1] 李松,肖玲.活血止痛的夏天无[J].首都食品与医药,2016,23(17):59.
- [2] 马宏达,史国兵.夏天无药理作用研究进展[J].中国药房,2008,19(36):2867-2869.
- [3] 朱经艳,孟兆青,丁岗,等.夏天无的研究进展[J].世界科学技术-中医药现代化,2014,16(12):2713-2719.
- [4] 李潮,于欢,温柔,等.江西不同产区车前子药材的HPLC指纹图谱及其多成分化学模式识别分析[J].中国实验方剂学杂志,2019,25(15):161-167.

- [5] 黄文平,温芝琪,王萌萌,等.山腊梅叶中8种成分含量测定及主成分分析[J].中药新药与临床药理,2018,29(6):799-803.
- [6] 刘晓妹,高进,吴安明,等.夏天无的质量评价研究进展[J].中国医药导报,2019,16(7):37-40.
- [7] 岳显可,朱涛,顾超,等.不同等级延胡索药材多指标成分含量测定及指纹图谱分析[J].中华中医药学刊,2016,34(12):2868-2874.
- [8] Song L S, Guo J R, Zhao L C, et al. Electrophysiological effects of protopine in cardiac myocytes: inhibition of multiple cation channel currents[J]. Br J Pharmacol Chemother, 2000, 129(5): 893-900.
- [9] Hambright H G, Bath I S, Xie J, et al. Palmatine inhibits growth and invasion in prostate cancer cell: potential role for pS6/NF κ B/FLIP [J]. Mol Carcinog, 2015, 54 (10): 1227-1234.
- [10] 孟红旭,王宝,刘建勋.穿孔膜片钳方法记录L型钙通道及脱氢紫堇碱对其影响的研究[J].中国药理学通报,2011,27(8):1051-1054.
- [11] Cao F L, Shang G W, Wang Y, et al. Antinociceptive effects of intragastric DL-tetrahydropalmatine on visceral and somatic persistent nociception and pain hypersensitivity in rats [J]. Pharmacol Biochem Behav, 2011, 100(1): 199-204.
- [12] 刘玉梅,周宇宏,单宏丽,等.延胡索乙素对豚鼠单个心室肌细胞钾离子通道的影响[J].中国药理学通报,2005,21(5):599-601.
- [13] Ishiguro K, ndo T, Maeda, et al. Dehydrocorydaline inhibits elevated mitochondrial membrane potential in lipopolysaccharide-stimulated macrophages [J]. Int Immunopharmacol, 2011, 11(9): 1362-1367.
- [14] Xu Z, Chen X, Fu S, et al. Dehydrocorydaline inhibits breast cancer cells proliferation by inducing apoptosis in MCF-7 cells. [J]. Am J Chin Med, 2012, 40(1): 177-185.
- [15] Cui X, Yuan G. Formation and recognition of G-quadruplex in promoter of c-myb oncogene by electrospray ionization mass spectrometry. [J]. J Mass Spectrom, 2011, 46(9): 849-855.
- [16] 丁顺,李贺,范新田.脱氢紫堇碱体外对兔血小板中环核苷酸含量的影响[J].中国民康医学,2007,19(6):165; 180.