

小叶黄杨 TLC 鉴别及不同部位中紫丁香苷和香草酸 HPLC 测定*

杨娟艳^{1,2}, 姚文丽³, 郭婷³, 罗奕³, 王芳⁴, 许乾丽², 茅向军^{2**}

(1. 贵阳中医学院, 贵阳 550002; 2. 贵州省食品药品检验所, 贵阳 550004;

3. 贵州医科大学, 贵阳 550004; 4. 遵义医学院, 遵义 563000)

摘要 目的: 建立小叶黄杨中紫丁香苷和香草酸的 TLC 鉴别和 HPLC 含量测定方法, 研究药材中不同部位紫丁香苷和香草酸的含量差异。**方法:** TLC 鉴别法, 使用硅胶 GF₂₅₄ 薄层板, 以三氯甲烷-甲醇-甲酸(8:1.2:0.5)作为展开剂; HPLC 法, 使用 Xbridge C₁₈ 色谱柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm), 以甲醇-0.2% 磷酸水溶液(17:83)为流动相, 流速 1 mL·min⁻¹, 检测波长 264 nm, 柱温 35 °C。**结果:** TLC 法操作简便, 准确, 斑点清晰, 专属性好。紫丁香苷、香草酸质量浓度分别在 3.36~302.4 和 0.55~695.5 μg·mL⁻¹ ($r=0.9995$) 范围内线性关系良好, 3 种浓度水平平均回收率分别在 99.8%~103.0% 和 98.4%~101.1% 范围内。小叶黄杨不同部位中紫丁香苷和香草酸的含量存在差异, 紫丁香苷在粗茎、细枝、叶和地上部分中的含量分别为 0.030~0.324、0.002~0.518、0.013~0.907 和 0.010~0.667 mg·g⁻¹, 香草酸在粗茎、细枝、叶和地上部分中的含量分别为 0.025~0.077、0.021~0.087、0.012~0.132 和 0.020~0.123 mg·g⁻¹。**结论:** 该方法能鉴别小叶黄杨, 准确测定紫丁香苷和香草酸的含量, 为开发利用小叶黄杨资源提供了科学依据。

关键词: 小叶黄杨; 紫丁香苷; 香草酸; 不同部位比较; 薄层色谱; 高效液相色谱

中图分类号: R 917 文献标识码: A 文章编号: 0254-1793(2017)02-0304-06

doi: 10.16155/j.0254-1793.2017.02.17

TLC identification and HPLC determination of syringin and vanillic acid in different parts of *Buxus sinica**

YANG Juan-yan^{1,2}, YAO Wen-li³, GUO Ting³, LUO Yi³,

WANG Fang⁴, XU Qian-li², MAO Xiang-jun^{2**}

(1. Guiyang College of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550002, China; 2. Guizhou Institute for Food and Drug Control, Guiyang 550004, China; 3. Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China; 4. Guizhou Zunyi Medical College, Zunyi 563000, China)

Abstract Objective: To establish the methods of TLC identification and HPLC determination of the contents of syringin and vanillic acid in *Buxus sinica*, and determine different contents of syringin and vanillic acid in different fractions of *Buxus sinica*. **Methods:** The thin-layer plate silica of gel GF₂₅₄ and organic solvent chloroform-methanol-formic acid (8:1.2:0.5, v/v/v) were used in TLC identification. The HPLC method was performed on a Xbridge C₁₈ chromatographic column (4.6 mm×250 mm, 5 μm) with the mobile phase consisting of

* 贵州省科学技术基金(黔科合J字[2013]2032号)

** 通信作者 Tel: 13368610577; E-mail: 1074459931@qq.com

第一作者 Tel: 15285167124; E-mail: 1274191418@qq.com

methanol-0.2% phosphoric acid solution (17:83) at the flow rate of $1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$. The detection wavelength was set at 264 nm, and the column temperature was set at $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$. **Results:** TLC method was simple and accurate, and the spots were clear with good separation. The linear range of syringin and vanillic acid were 3.36–302.4 and 0.55–695.5 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ($r=0.9995$), and the recoveries on three concentration levels were 99.8%–103.0% and 98.4%–101.1% respectively. The contents of syringin and vanillic acid were obviously different in different parts of *Buxus sinica*. The contents of syringin in main stem, with, leaves and aerial part were 0.030–0.324 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 0.002–0.518 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 0.013–0.907 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ and 0.010–0.667 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, respectively. The contents of vanillic acid in main stem, with, leaves and aerial part were 0.025–0.077 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 0.021–0.087 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 0.012–0.132 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ and 0.020–0.123 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, respectively. **Conclusion:** The method can be used to identify *Buxus sinica* effectively, and to determine the contents of syringin and vanillic acid in different parts accurately, which provides a scientific basis for development and utilization *Buxus sinica* resources.

Keywords: *Buxus sinica*; syringin; vanillic acid; comparison of different parts; TLC; HPLC

小叶黄杨 *Buxus sinica* (Rehd. Et Wils) Cheng 来源于黄杨科黄杨属植物,最早记载于《本草纲目》,具祛风除湿、活血通络、行气止痛的功效。小叶黄杨中含有的非生物碱类成分较多^[1-2],目前,紫丁香苷和香草酸已从小叶黄杨中分离得到^[3-4]。药理研究表明紫丁香苷具有抗炎、抗肿瘤作用^[5-6],姜月红等^[7]报道其对大鼠肝缺血再灌注损伤也有保护作用,临床上可用于心肌缺血和免疫力低下等治疗^[8];香草酸具有促凝血作用,对自身免疫性肾炎有保护作用^[9-10]。

中药材的成分复杂,其功效是靠多组分共同发挥作用,单一的成分难以代表药材的质量^[11-12],当前,小叶黄杨的质量控制主要集中在环维黄杨星 D 上^[13-14],紫丁香苷和香草酸的薄层鉴别及含量测定未见报道。《贵州省中药材、民族药材质量标准》2003 年版中小叶黄杨的药用部位为枝叶,而有关文献用的是茎枝^[15],为了更好地控制小叶黄杨的质量,本试验采用 TLC 法鉴别了小叶黄杨,并用 HPLC 法测定不同部位中紫丁香苷和香草酸的含量并进行含量比较。结果表明,该方法准确可靠,为合理开发利用小叶黄杨资源提供了科学依据。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

UltiMate 3000 高效液相色谱仪 (ThermoFisher); Xbridge C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm ; 填料:十八烷基硅烷键合硅胶; Waters 公司); XS 205 电子天平 (METTLER TOLEDO 公司); TG 18M 台式高速

离心机 (长沙平凡仪器仪表有限公司); TAISITE 电热恒温水浴锅 (天津市泰斯特仪器有限公司有限公司); DLSB-5120 低温冷却液循环泵 (郑州长城科工贸有限公司); SIMSV0000 型纯水机 (Millipore 公司); 0.45 μm 微孔滤膜。

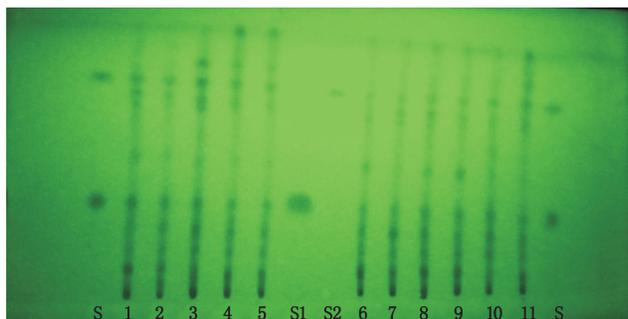
1.2 试剂

对照品紫丁香苷 (含量 100%, 批号 111574-200603)、香草酸 (含量 100%, 批号 110776-200402) 均购自中国食品药品检定研究院;小叶黄杨药材共 11 批,采集地上部分,经贵州省食品药品检验所中药标本馆李杨馆长鉴定为黄杨科植物小叶黄杨 *Buxus sinica* (Rehd. et Wils) Cheng,自然晒干后保存于中药标本馆内。薄层硅胶 GF₂₅₄ (100 mm × 200 mm, 青岛海洋化工厂)。甲醇为色谱纯,其他试剂均为分析纯,水为超纯水。

2 方法与结果

2.1 薄层鉴别

取小叶黄杨粗粉 (地上部分) 约 3 g,加稀乙醇 40 mL,超声 (频率 20 kHz, 功率 200 W) 处理 1 h,滤过,滤液挥干至约 2 mL 作为供试品溶液;取紫丁香苷和香草酸的对照品适量,加甲醇使溶解,分别配制成 $1 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的对照品溶液。吸取上述溶液各 5 μL ,分别点于同一硅胶 GF₂₅₄ 薄层板上,以氯仿-甲醇-甲酸 (8:1.2:0.5) 为展开剂,展开,取出,晾干,置紫外灯 (254 nm) 下检视。样品色谱中,在与对照品色谱相应的位置上,显相同颜色的荧光斑点。结果见图 1。



1~11. 小叶黄杨样品 (*Buxus sinica* samples) S. 紫丁香苷和香草酸混合对照品 (mixture reference substances of syringin and vanillic acid) S1. 紫丁香苷对照品 (reference substance of syringin) S2. 香草酸对照品 (reference substance of vanillic acid)

图1 小叶黄杨薄层色谱图

Fig. 1 TLC of *Buxus sinica*

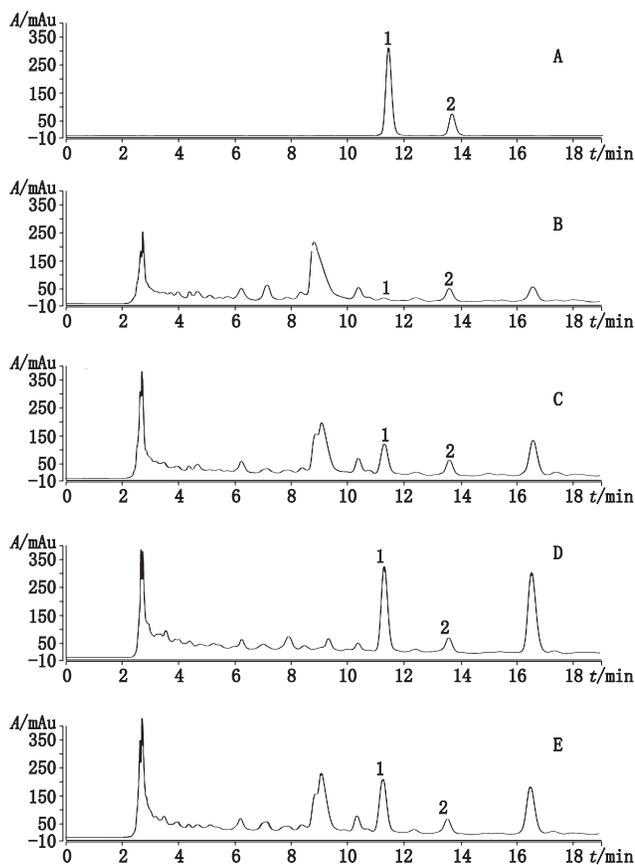
2.2 含量测定

2.2.1 小叶黄杨不同部位样品制备 采集小叶黄杨地上部分,自然晒干后,将其分为粗茎、细枝、叶和地上部分,分别取各部分约 200 g,粉碎使全部通过 2 号筛,即得不同部位样品。

2.2.2 供试品溶液制备 取小叶黄杨地上部分、叶子、细枝和粗茎样品,各 2.0 g,精密称定,置 250 mL 锥形瓶中,加 70% 甲醇 50 mL,回流提取 3 h,提取液滤过,滤液水浴蒸干,残渣加 50% 甲醇溶解并定容至 10 mL 量瓶中,摇匀,转移至 50 mL 离心管中,10 000 $r \cdot \text{min}^{-1}$ 离心 2 min,取上清液,0.45 μm 微孔滤膜滤过,即得。

2.2.3 对照品溶液制备 精密称取香草酸 0.011 00 g,置 10 mL 量瓶中,加甲醇溶解并稀释至刻度,即得香草酸对照品储备液。精密称取紫丁香苷 0.016 80 g,置 50 mL 量瓶中,加 10 mL 甲醇溶解后,精密量取香草酸对照品储备液 2.5 mL,加 50% 甲醇溶液稀释至刻度,即得混合对照品储备液(紫丁香苷的浓度为 0.336 0 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,香草酸的浓度为 0.055 00 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$);精密量取混合对照品储备液 3 mL,置 10 mL 量瓶中,用 50% 甲醇溶液稀释至刻度,即得混合对照品溶液(紫丁香苷的质量浓度为 0.100 8 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,香草酸的质量浓度为 0.016 5 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)。

2.2.4 色谱条件 采用 Xbridge C_{18} 色谱柱 (4.6 mm \times 250 mm, 5 μm),流动相为甲醇-0.2% 磷酸 (17:83),流速 1.0 $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$,检测波长 264 nm,柱温 35 $^{\circ}\text{C}$,进样量 20 μL 。在上述色谱条件下,各组分分离度良好,见图 2。



1. 紫丁香苷 (syringin) 2. 香草酸 (vanillic acid)

A. 对照品 (reference substances) B. 小叶黄杨粗茎 (the main stem of *Buxus sinica*) C. 小叶黄杨细枝 (the twigs of *Buxus sinica*) D. 小叶黄杨叶 (the leaves of *Buxus sinica*) E. 小叶黄杨地上部分 (the aerial part of *Buxus sinica*)

图2 紫丁香苷和香草酸对照及小叶黄杨样品不同部位的 HPLC 图
Fig. 2 HPLC chromatograms of reference substances of syringin and vanillic acid and the *Buxus sinica* samples from different parts

2.2.5 线性关系考察 精密量取上述“2.2.3”项下的混合对照品储备液 0.1、1、3、5、7、9 mL,分别置 10 mL 量瓶中,用 50% 甲醇溶液稀释至刻度,摇匀,即得系列对照品溶液;精密吸取上述系列对照品溶液各 20 μL ,分别按“2.2.4”项下的色谱条件,进样测定峰面积。以对照品质量浓度 X ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) 为横坐标,峰面积 Y 为纵坐标进行线性回归,得紫丁香苷、香草酸的回归方程:

$$Y=752.1X+0.320 0 \quad r=0.999 5$$

$$Y=1 255X+0.025 00 \quad r=0.999 5$$

结果表明紫丁香苷和香草酸分别在 3.36~302.4 和 0.55~695.5 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 范围内与峰面积呈良好的线性关系。

2.2.6 精密度试验 精密量取“2.2.3”项下的混合对

照品溶液 20 μL ,按“2.2.4”项下条件连续进样 6 次,计算紫丁香苷、香草酸峰面积的 RSD 分别为 0.16% 和 0.15%,表明仪器精密度良好。

2.2.7 稳定性试验 取小叶黄杨(4号)地上部分粉末 2 g,精密称定,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,分别于供试品溶液制备后 0、2、4、8、12、24 h 按“2.2.4”项下条件进样测定,计算紫丁香苷、香草酸峰面积的 RSD 分别为 1.2% 和 0.36%,说明 24 h 内供试品溶液稳定性良好。

2.2.8 检测限和定量限试验 精密量取混合对照品溶液适量,做系列稀释后进行测定,以各峰达信噪比 3 倍和 10 倍时的量分别为检测限和定量限。结果紫丁香苷的检测限为 $0.0672 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,定量限为 $0.168 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$;香草酸的检测限为 $0.0275 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,定量限为 $0.091 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。

2.2.9 重复性试验 取小叶黄杨(4号)地上部分粉末 2 g,共 6 份,精密称定,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.2.4”项下条件进样测定,计算紫丁香苷、香草酸平均含量分别为 0.310 和 $0.053 \text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,RSD 均为 1.6%,表明该方法重复性良好。

2.2.10 加样回收率试验 取已知含量的小叶黄杨(4号)地上部分粉末(紫丁香苷含量为 $0.310 \text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,香草酸含量 $0.053 \text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) 1 g,共 9 份,精密称定,分成 3 组,每组分别加入混合对照品储备液(紫丁香苷的浓度为 $0.3360 \text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$,香草酸的浓度为 $0.05500 \text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$) 0.5、1.0、1.5 mL,混匀,按“2.2.2”项下的方法制备成供试溶液,按“2.2.4”项下条件进样测定,计算紫丁香苷、香草酸 3 种浓度水品平均加样回收率($n=9$) 分别在 99.8%~103.0% 和 98.4%~101.1% 范围内,表明该方法准确性良好。结果见表 1。

表 1 小叶黄杨中紫丁香苷和香草酸的加样回收率试验

Tab. 1 Result of sample recovery rate

成分 (composition)	称样量 (sample) weight/g	样品含量 (sample) content/mg	加入量 (added) amount/mg	测得总量 (determination) total amount/mg	回收率 (recovery)/ %	平均回收率 (average recovery)/ %	RSD/ %
紫丁香苷 (syringin)	1.002 1	0.311 7	0.168 0	0.478 6	99.4	103.0	3.0
	1.001 1	0.311 4	0.168 0	0.487 6	104.9		
	1.006 4	0.313 0	0.168 0	0.488 9	104.7		
	1.006 8	0.313 1	0.336 0	0.639 3	97.1	101.4	3.7
	1.004 3	0.312 3	0.336 0	0.659 0	103.2		
	1.006 7	0.313 1	0.336 0	0.662 4	104.0		
	1.001 5	0.311 5	0.504 0	0.810 4	99.0	99.8	1.5
	1.003 8	0.312 2	0.504 0	0.810 7	98.9		
	1.003 1	0.312 0	0.504 0	0.824 1	101.6		
香草酸 (vanillic acid)	1.002 1	0.053 2	0.027 5	0.080 0	97.3	99.1	1.6
	1.001 1	0.053 2	0.027 5	0.080 7	100.1		
	1.006 4	0.053 5	0.027 5	0.080 9	100.0		
	1.006 8	0.053 5	0.055 0	0.108 4	99.9	101.1	1.1
	1.004 3	0.053 3	0.055 0	0.109 2	101.6		
	1.006 7	0.053 5	0.055 0	0.109 5	101.9		
	1.001 5	0.053 2	0.082 5	0.134 2	98.2	98.4	0.41
	1.003 8	0.053 3	0.082 5	0.134 4	98.2		
	1.003 1	0.053 3	0.082 5	0.134 9	98.9		

2.2.11 样品含量测定 分别称取小叶黄杨不同药用部位样品 2.0 g,精密称定,按“2.2.2”项下方法制备

供试品溶液,按“2.2.4”项下条件测定,采用外标一点法计算紫丁香苷和香草酸的含量,结果见表 2。

表 2 小叶黄杨不同部位紫丁香苷和香草酸含量测定结果 ($n=2$)Tab. 2 The determination results of syringin and vanillic acid in different portions of *Buxus sinica*

样品编号 (sample No.)	产地 (place of origin)	采集时间 (collection time)	紫丁香苷含量 (syringin content)/(mg·g ⁻¹)				香草酸含量 (vanillic acid content)/(mg·g ⁻¹)			
			粗茎	细枝	叶	地上部分	粗茎	细枝	叶	地上部分
			(main stem)	(withes)	(leaves)	(aerial part)	(main stem)	(withes)	(leaves)	(aerial part)
1	贵州贵定 (Guiding, Guizhou)	2015年12月 (December 2015)	0.097	0.469	0.907	0.667	0.041	0.051	0.021	0.030
2	贵州贵定 (Guiding, Guizhou)	2015年12月 (December 2015)	0.014	0.093	0.325	0.213	0.040	0.049	0.012	0.030
3	贵州扎佐 (Zhazuo, Guizhou)	2014年12月 (December 2014)	0.324	0.518	0.795	0.490	0.025	0.021	0.017	0.020
4	云南大理 (Dali, Yunnan)	2012年4月 (April 2012)	0.044	0.161	0.469	0.290	0.042	0.051	0.040	0.040
5	云南 (Yunnan)	2015年8月 (August 2015)	0.009	0.129	0.502	0.395	0.058	0.058	0.132	0.123
6	贵州六屯 (Liutun, Guizhou)	2015年8月 (August 2015)	0.014	0.200	0.440	0.310	0.059	0.060	0.051	0.053
7	贵州六屯 (Liutun, Guizhou)	2014年10月 (October 2014)	0.027	0.092	0.284	0.189	0.030	0.059	0.032	0.052
8	贵州六屯 (Liutun, Guizhou)	2015年9月 (September 2015)	0.026	0.164	0.278	0.244	0.052	0.076	0.036	0.041
9	贵州六屯 (Liutun, Guizhou)	2015年9月 (September 2015)	0.006	0.018	0.045	0.030	0.077	0.072	0.077	0.076
10	贵州六屯 (Liutun, Guizhou)	2015年9月 (September 2015)	0.014	0.036	0.113	0.038	0.070	0.087	0.065	0.068
11	贵州六屯 (Liutun, Guizhou)	2015年12月 (December 2015)	0.003	0.002	0.013	0.010	0.061	0.075	0.056	0.063

3 讨论

3.1 TLC 展开剂的选择

分别考察了三氯甲烷-甲醇-无水甲酸、三氯甲烷-甲醇-甲酸、三氯甲烷-甲醇-水(10℃放置的下层溶液)和正己烷-氯仿-冰乙酸等展开体系,结果表明三氯甲烷-甲醇-甲酸(8:1.2:0.5)作为展开剂,斑点清晰,分离度好。

3.2 HPLC 流动相的选择

考察了不同甲醇-酸水系统(0.05%三氟乙酸、0.4%甲酸、0.4%磷酸、0.2%磷酸水溶液和纯水),结果表明0.2%磷酸溶液作为水相时,分离度较好,故流动相确定为甲醇-0.2%磷酸水溶液。

3.3 检测波长的选择

采用二极管阵列检测器,在200~400 nm波长下对供试品溶液和对照品溶液进行全波长扫描,紫丁香苷在264 nm和220 nm下有最大吸收,香草酸

分别在261、217和204 nm下有最大吸收,考虑靠近末端吸收的204、217和220 nm作为检测波长时,溶剂峰大,基线漂移,而用264 nm时,溶剂峰小,基线平稳,紫丁香苷和香草酸响应值均较大,故最终采用264 nm作为HPLC法的检测波长。

3.4 供试品溶液的制备

在HPLC法测定含量的试验过程中,考察了提取溶剂(甲醇、乙醇、正丁醇)、不同浓度的甲醇(80%、70%、50%)、提取方法(超声和加热回流)和提取时间(1、2、3和5 h)对样品溶出结果的影响,结果表明70%甲醇溶液加热回流提取3 h效果好。曾用甲醇、70%甲醇溶液溶解并定容样品,紫丁香苷和香草酸均有分叉峰,当用50%甲醇溶解稀释样品时,紫丁香苷和香草酸峰形对称,无分叉峰,故用50%甲醇溶液溶解并定容样品。

3.5 不同部位含量测定

小叶黄杨叶、细枝和粗茎中均能提取紫丁香苷

和香草酸,紫丁香苷在粗茎、细枝、叶和地上部分中的含量分别为 0.030~0.324、0.002~0.518、0.013~0.907 和 0.010~0.667 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,香草酸在粗茎、细枝、叶和地上部分中的含量分别为 0.025~0.077、0.021~0.087、0.012~0.132 和 0.020~0.123 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。使用 SPSS 16.0 软件中随机区组设计资料的方差分析方法进行分析,单侧 $P_{\text{紫丁香苷}}=0.000<0.05$ 、 $P_{\text{香草酸}}=0.008<0.05$,所选模型有统计学意义。不同部位紫丁香苷的多重比较中,粗茎与细枝比较 $P=0.030$,粗茎与叶比较 $P=0.000$,叶和细枝比较 $P=0.001$,按 $\alpha=0.05$ 水准认为粗茎、细枝和叶含量有差异,且紫丁香苷含量最高的是叶子,粗茎中最低,叶子比细枝中的含量高 1.5~6.6 倍,比粗茎高 2.4~59 倍。不同部位香草酸的多重比较中,粗茎与细枝比较 $P=0.212$,粗茎与叶比较 $P=0.841$,叶和细枝比较 $P=0.151$,按 $\alpha=0.05$ 水准认为粗茎、细枝和叶含量无差异。

3.6 结论

小叶黄杨不同部位均含有紫丁香苷和香草酸,且紫丁香苷含量差异较大,叶含量 > 细枝含量 > 粗茎含量,而香草酸在叶、细枝和粗茎中的含量无差别,但为了采药方便,可持续利用和保护药材资源,建议选取药材时,以叶子为药用部位为好,该结果为开发利用小叶黄杨资源以及临床应用提供了科学依据。

参考文献

- [1] 林云良,邱明华,李忠荣. 黄杨中的非生物碱化学成分[J]. 云南植物研究, 2006, 28(4): 429
LIN YL, QIU MH, LI ZR. Non-alkaloid constituents of *Buxus sinica* (Buxaceae)[J]. Acta Bot Yunnan, 2006, 28(4): 429
- [2] 吕霞,胡明通,于旰. 黄杨属植物化学成分的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(24): 12028
LÜ X, HU MT, YU X. Research advances in the chemical constituents of *Buxus* [J]. J Anhui Agric Sci, 2012, 40(24): 12028
- [3] 张越浩,关焕玉,王永林,等. 小叶黄杨非生物碱类成分[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(20): 114
ZHANG YH, GUAN HY, WANG YL, et al. Non-alkaloid constituents from *Buxus sinica* [J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2014, 20(20): 114
- [4] 梁感荣,毛庭枝,梁成欣. 小叶黄杨化学成分的研究[J]. 广西植物, 2009, 29(5): 703
LIANG GR, MAO TZ, LIANG CQ. Studies of chemical constituents of *Buxus mycrophylla* [J]. Guihaia, 2009, 29(5): 703
- [5] 宋媛媛,李媛,张洪泉. 丁香苷抗炎镇痛作用及部分机制研究[J]. 中国野生植物资源, 2010, 29(4): 27.
SONG YY, LI Y, ZHANG HQ. Anti inflammatory and analgesic effects of clove glycosides and its mechanism [J]. Chin Wild Plant Resour, 2010, 29(4): 27
- [6] 汪琢,姜守刚,祖元刚. 刺五加中紫丁香苷的提取分离及抗肿瘤作用研究[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(3): 752
WANG Z, JIANG SG, ZU YG. Study on the extraction and isolation and anti tumor effect of the syringin from *Acanthopanax* [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2010, 21(3): 752
- [7] 姜月红,王燕颖. 紫丁香苷对大鼠肝缺血再灌注损伤保护作用的初步研究[J]. 中国实验诊断学杂志, 2016, 20(3): 359
JIANG YH, WANG YY. Preliminary research on the protective effects of syringin against hepatic ischemia reperfusion injury in rats [J]. Chin J Lab Diagn, 2016, 20(3): 359
- [8] 党晓伟,李清. 紫丁香苷在大鼠体内的药动学研究[J]. 中成药, 2012, 34(7): 1246
DANG XW, LI Q. Pharmacokinetic study of syringin in rat plasma [J]. Chin Tradit Pat Med, 2012, 34(7): 1246
- [9] 杜传荣,林安全,逯东伟,等. 香草酸酰胺衍生物的制备及其止血活性的动力学法研究[J]. 发光学报, 2016, 34(4): 478
DU CR, LIN FQ, LU DW, et al. Synthesis of vanillylamide derivatives and their hemostatic activity in vitro by kinetics methods [J]. Chin J Lumin, 2016, 34(4): 478
- [10] MOTIRAM KR, TEJASWINI G, PATIL MA, et al. Vanillic acid ameliorates cationic bovine serum albumin induced immune complex glomerulonephritis in BALB/c mice [J]. Durg Dev Res, 2016, 77(4): 171
- [11] 仁爽,李铮,王京辉,等. 中药女贞子饮片中 8 个成分的含量比较研究[J]. 药物分析杂志, 2015, 35(8): 1393
REN S, LI Z, WANG JH, et al. Comparative study of the content of eight components in *Ligustri Lucidi Fructus* pieces [J]. Chin J Pharm Anal, 2015, 35(8): 1393
- [12] 吴发明,张思荻,曾俊,等. HPLC-ELSD 法测定不同产地麦冬中 4 种代表性成分的含量[J]. 药物分析杂志, 2016, 36(8): 1370
WU FM, ZHANG SD, ZENG J, et al. Determination of the 4 representative components in *Maidong* from different producing areas by HPLC-ELSD method [J]. Chin J Pharm Anal, 2016, 36(8): 1370
- [13] 杨娟艳,王芳,郭婷,等. 黔产小叶黄杨中环维黄杨星 D 的鉴别及不同部位含量测定[J]. 生物技术进展, 2016, 6(5): 341
YANG JY, WANG F, GUO T, et al. The TLC identification and the cyclovirobuxine D content determination in different parts of *Buxus sinica* from Guizhou [J]. Curr Biotechnol, 2016, 6(5): 341
- [14] 郭婷,董莉,魏秀丽,等. 小叶黄杨中环维黄杨星 D 含量测定的两种高效液相色谱法评价[J]. 中国临床药理学杂志, 2016, 32(19): 1797
GUO T, DONG L, WEI XL, et al. Evaluation on the two kinds of HPLC methods for determination of cyclovirobuxium D in *Buxus sinica* [J]. Chin J Clin Pharmacol, 2016, 32(19): 1797
- [15] 谢响,于国治,徐新盛,等. 反向离子对色谱法测定黄杨木中环维黄杨星 D [J]. 中草药, 2005, 36(11): 1726
XIE Y, YU GZ, XU XS, et al. Determination in the content of cyclovirobuxine D from *Buxus mycrophylla* by reverse ion pair chromatography [J]. Chin Tradit Herb Drugs, 2005, 36(11): 1726

(本文于 2016 年 8 月 10 日收到)