

五味子不同部位黄酮和酚酸类成分的含量测定及抗氧化活性

金银萍, 曲正义, 崔丽丽, 朴向民, 郭靖, 王英平*
(中国农业科学院特产研究所, 长春 130112)

[摘要] 目的:建立超高效液相色谱法测定五味子不同部位中黄酮和酚酸类成分的含量,并研究其体外的抗氧化活性。方法:运用 ACQUITY UPLC BEH C₁₈ 色谱柱(2.1 mm×5.0 mm, 1.7 μm),乙腈-0.01 磷酸水梯度洗脱,柱温 30 ℃。黄酮类成分检测波长为 360 nm,流速 0.35 mL·min⁻¹;酚酸类成分检测波长为 280 nm,流速 0.30 mL·min⁻¹。以 DPPH 和 ABTS 法对其抗氧化活性进行比较。结果:五味子不同部位中黄酮和酚酸类成分含量差异显著,叶中黄酮类成分的含量,约为藤茎黄酮类成分含量的 3.8 倍,果实的 49.5 倍;叶中酚酸类成分的含量,约为藤茎酚酸类成分含量的 4.2 倍,果实的 21.5 倍。叶、藤茎的抗氧化活性显著高于果实,叶、藤茎的 DPPH 自由基清除率分别为果实的 8.3 倍和 4.3 倍;ABTS 总抗氧化能力分别为果实的 2.9 倍和 1.3 倍。结论:五味子不同部位中总黄酮和酚酸成分含量和抗氧化活性具有显著正相关,表明五味子抗氧化活性可能与总黄酮和酚酸类物质的含量有关。该方法简便易行,结果准确,重复性好,可用于五味子药材中黄酮和酚酸类成分的含量测定,同为五味子不同部位的合理应用提供一定的理论依据。

[关键词] 五味子; 黄酮; 酚酸; 抗氧化

[中图分类号] R284.1; R282.6; R289; R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2018)19-0079-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20181113

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20180315.0926.010.html>

[网络出版时间] 2018-03-15 10:34

Quantification of Flavonoids and Phenols and Their Antioxidant Activities in Different Parts of *Schisandra chinensis*

JIN Yin-ping, QU Zheng-yi, CUI Li-li, PIAO Xiang-min, GUO Jing, WANG Ying-ping*
(Institute of Special Animal and Plant Science of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130112, China)

[Abstract] **Objective:** To establish ultra high performance liquid chromatography (UPLC) method, analyze the contents of flavonoids and phenols ingredients in the different parts of *Schisandra chinensis* (SC), and evaluate their *in vitro* antioxidant capacities. **Method:** Analysis was performed on an ACQUITY UPLC BEH C₁₈ (2.1 mm×5.0 mm, 1.7 μm) column with 0.01% phosphoric acid-acetonitrile as the mobile phase for gradient elution. The column temperature was maintained at 30 ℃. The detection wavelength of flavonoids was set at 360 nm, at the flow rate of 0.35 mL·min⁻¹; and the detection wavelength of phenols was set at 280 nm, at the flow rate of 0.30 mL·min⁻¹. Their antioxidant activities were compared and evaluated by DPPH and ABTS methods. **Result:** The results showed that the contents of flavonoids and phenols in different parts of SC were significantly different. The content of total flavonoids in leaves was about 3.8 folds and 49.5 folds of that in stems and fruits, respectively. The content of total phenols in leaves was about 4.2 folds and 21.5 folds of that in stems and fruits, respectively. The antioxidant activities of leaves and stems were significantly higher than those in fruits.

[收稿日期] 20171211(017)

[基金项目] 吉林省科技厅科技成果转化项目(20170309012YY);吉林省科技发展计划项目(201603083YY)

[第一作者] 金银萍, 硕士, 助理研究员, 从事中药材化学成分相关研究, E-mail: jinyinping06@163.com

[通信作者] *王英平, 博士, 研究员, 从事中药资源评价, Tel: 0431-81919806, E-mail: yingpingw@126.com

The scavenging capabilities on DPPH free radicals in leaves and stems were 8.3 folds and 4.3 folds of that in fruits, respectively. The total antioxidant capacities with ABTS method in leaves and stems were 2.9 folds and 1.3 folds of that in fruits, respectively. **Conclusion:** The contents of total flavonoids and total phenols were positively correlated with their antioxidant activities, demonstrating that the antioxidant activity of SC may be related to the contents of total flavonoids and total phenols. The method was simple, accurate and reproducible, which can be used for the quantification of flavonoids and phenols ingredients of SC, providing the basis for clinical reasonable application of different parts of SC.

[Key words] *Schisandra chinensis*; flavonoid; phenol; antioxidant activity

五味子为五味子科植物五味子 *Schisandra chinensis* 的干燥成熟果实,具有收敛固涩,益气生津,补肾宁心的功效^[1]。五味子果实药效显著,营养价值高,市场需求量逐年增加,导致五味子的种植面积不断扩大,在人工栽培条件下,五味子冬季和夏季修剪是获得高产稳产和优质必不可少的技术环节。据不完全统计,在五味子的一个生长周期中,仅被修剪丢弃的藤茎叶量与果实产量相当,如何利用茎叶资源,对扩大五味子资源利用范围,增加农民收入,保障五味子产业的快速健康发展,具有重要的意义。

近年来,有研究表明,五味子藤茎、叶中含有和果实中相同的木脂素类成分,且证明四年生以上茎藤中五味子甲素、乙素含量均高于果实^[2]。另外药理实验也表明,五味子藤茎、叶的提取物具有护肝、抗菌、抗氧化等多种功效^[3-4]。五味子中的化合物主要分两大类,木脂素和三萜。在过去 60 多年中,我国的科学家主要是对木脂素类化合物开展生物活性研究,并创制了拥有自主知识产权的抗肝炎新药-联苯双酯和双环醇,取得了显著的社会和经济效益。从 1990 年代末以来,孙汉董团队原创性地发现了系列具有新颖骨架的三萜和降三萜类化合物^[5-7],然而对黄酮和酚酸类成分的研究鲜有报道^[8]。五味子抗氧化研究相对较多,但对五味子的抗氧化功效成分一直存在争议,有的学者认为五味子抗氧化的功效成分为木脂素类成分^[9-10],但也有文献报道指出五味子木脂素的抗氧化活性微弱,其抗氧化的功效成分为酚类成分^[11]。

本研究建立利用超高效液相色谱考察五味子茎叶等不同部位中黄酮和酚酸类成分的含量变化的方法,并利用 2 种常用的体外抗氧化活性评价体系,对五味子茎叶等不同部位的甲醇提取物的抗氧化活性进行比较研究,以期探索五味子抗氧化的功效成分,同时为五味子茎叶的综合开发利用提供理论参考。

1 材料

ACQUITY UPLC 型超高效液相色谱仪(美国 Waters 公司),CPA225D 型电子天平(德国 Sartorius 公司),KQ-500DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),N-1100 型旋转蒸发器(日本东京理化有限公司),ST-360 型酶标仪(美国 Biotek Epoch 公司)。

芦丁(纯度 $\geq 98\%$,批号 Y19N7S25244),金丝桃苷(纯度 $\geq 98\%$,批号 Y20J7X9353),槲皮苷(纯度 $\geq 98\%$,批号 P01M8F30364),原儿茶酸(纯度 $\geq 98\%$,批号 B21614),绿原酸(纯度 $\geq 98\%$,批号 B20782)购自上海源叶生物科技有限公司;槲皮素-3-O-葡萄糖(纯度 $\geq 98\%$,批号 16051121),槲皮素-3-O-木糖(纯度 $\geq 98\%$,批号 17033129)购自上海同田生物技术股份有限公司;槲皮素(纯度 99.2%,批号 4284),山柰酚(纯度 99.6%,批号 1367),肉桂酸(纯度 $\geq 98\%$,批号 1077)购自上海诗丹德生物有限公司;新绿原酸(纯度 $\geq 98\%$,批号 MUST-17011001)购自中国科学院成都生物研究所;*p*-coumaric acid(纯度 $\geq 98\%$,批号 T2863)购自北京瀚诚生物科技有限公司,对-香豆酸(纯度 $\geq 98\%$,批号 T2863)购自北京瀚诚生物科技有限公司。1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH, Sigma-Aldrich 公司,批号 STBD4148V),总抗氧化能力检测试剂盒(Beyotime 生物技术有限公司,批号 012317170703)。

乙腈、甲醇(色谱纯,美国 Fisher 公司),纯净水(杭州娃哈哈集团),其他试剂为分析纯。

五味子果实于 2016 年 9 月、藤茎叶于 2017 年 6 月均采自中国农业科学院特产研究所五味子资源圃,经艾军研究员鉴定为五味子科植物五味子 *Schisandra chinensis* 的原植物。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

2.1.1 黄酮类成分的色谱条件 ACQUITY UPLC

BEH C₁₈ 色谱柱 (2.1 mm × 5.0 mm, 1.7 μm); 流动相乙腈 (A)-0.01% 磷酸水 (B), 梯度洗脱 (0 ~ 5 min, 14% A; 5 ~ 6 min, 14% ~ 30% A, 6 ~ 7 min, 30% ~ 42% A, 7 ~ 8 min, 42% ~ 95% A, 8 ~ 10 min, 95% A, 10 ~ 11 min, 95% ~ 14% A, 11 ~ 13 min, 14% A); 流速 0.35 mL · min⁻¹; 检测波长 360 nm; 柱温 30 °C; 进样量 1.0 μL。

2.1.2 酚酸类成分的色谱条件 ACQUITY UPLC BEH C₁₈ 色谱柱 (2.1 mm × 5.0 mm, 1.7 μm); 流动相乙腈 (A)-0.01% 磷酸水 (B), 梯度洗脱 (0 ~ 7 min, 5% ~ 15% A; 7 ~ 9 min, 15% ~ 50% A, 9 ~ 11 min, 50% ~ 95% A, 11 ~ 12 min, 95% A, 12 ~ 13 min, 95% ~ 5% A, 13 ~ 14 min, 5% A), 流速 0.3 mL · min⁻¹; 检测波长 280 nm; 柱温 30 °C; 进样量 0.5 μL。

2.2 对照品溶液的制备 精密称取芦丁、金丝桃苷、槲皮素-3-*O*-葡萄糖、槲皮素-3-*O*-木糖、槲皮苷、槲皮素、山柰酚对照品适量, 甲醇溶解并配制质量浓度分别为 90.0, 54.0, 78.0, 30.0, 33.0, 63.0, 37.5 mg · L⁻¹ 的混合黄酮对照品溶液。精密称取原

儿茶酸、绿原酸、新绿原酸、对-香豆酸、肉桂酸对照品适量, 甲醇溶解并配制质量浓度分别为 300.0, 120.0, 150.0, 57.6, 4.08 mg · L⁻¹ 的混合酚酸对照品溶液。

2.3 供试品溶液的制备 精密称取五味子果实、藤茎、叶各 2.0 g, 果实用滤纸包好 (藤茎、叶除外), 置于 100 mL 具塞锥形瓶中, 加入甲醇 50 mL, 超声提取 (500 W, 40 kHz) 3 次, 每次 30 min, 过滤, 合并滤液, 减压浓缩至干, 加入适量蒸馏水溶解, 石油醚萃取, 弃去萃取液, 水层减压浓缩至干, 甲醇定容至 25 mL 棕色量瓶内, 摇匀, 0.22 μm 微孔滤膜滤过即得。

2.4 线性关系考察与检测限 (LOD), 定量限 (LOQ) 测定 分别精密吸取混合对照品适量, 稀释配制系列浓度梯度的对照品溶液。按照 2.1 项下色谱条件测定。以色谱峰面积为纵坐标 *Y*, 对照品浓度为横坐标 *X* (mg · L⁻¹) 绘制标准曲线, 结果表明, 7 种黄酮类和 5 种酚酸类成分在一定浓度范围内线性关系良好。各成分的检测限 (LOD) 和定量限 (LOQ) 由 3 倍和 10 倍信噪比计算而来。见表 1。

表 1 五味子中各种成分标准曲线、线性范围、检测限和定量限

Table 1 Standard curves, linear ranges, LOD and LOQ of components in *Schisandra chinensis*

对照品	标准曲线	相关系数	线性范围/mg · L ⁻¹	LOD/mg · L ⁻¹	LOQ/mg · L ⁻¹
芦丁	$Y = 2\ 680X + 5\ 880$	1.000 0	12.0 ~ 90.0	0.267	0.888
金丝桃苷	$Y = 5\ 720X + 5\ 350$	0.999 9	7.2 ~ 54.0	0.120	0.400
槲皮素-3- <i>O</i> -葡萄糖	$Y = 5\ 640X + 7\ 820$	0.999 9	10.4 ~ 78.0	0.132	0.440
槲皮素-3- <i>O</i> -木糖	$Y = 6\ 780X + 3\ 210$	0.999 9	4.0 ~ 30.0	0.191	0.637
槲皮苷	$Y = 7\ 370X + 3\ 450$	0.999 9	4.4 ~ 33.0	0.866	0.289
槲皮素	$Y = 10\ 500X + 8\ 500$	0.999 9	8.4 ~ 63.0	0.037	0.122
山柰酚	$Y = 14\ 600X + 5\ 720$	0.999 8	5.0 ~ 37.5	0.041	0.138
原儿茶酸	$Y = 2\ 620X + 12\ 700$	0.999 9	40 ~ 240	0.134	0.446
新绿原酸	$Y = 3\ 270X + 3\ 220$	0.999 5	20 ~ 120	0.262	0.872
绿原酸	$Y = 3\ 020X + 3\ 980$	0.999 6	16 ~ 96	0.529	1.765
对-香豆酸	$Y = 6\ 270X + 3\ 590$	0.999 6	7.68 ~ 46.08	0.067	0.222
肉桂酸	$Y = 9\ 070X + 817$	0.998 8	0.544 ~ 3.264	0.028	0.094

2.5 精密度试验 取混合对照品溶液, 按 2.1 项下条件, 连续进样 6 次, 进样量 1.0 μL, 测定峰面积, 计算芦丁、金丝桃苷、槲皮素-3-*O*-葡萄糖、槲皮素-3-*O*-木糖、槲皮苷、槲皮素和山柰酚的峰面积 RSD 分别为 0.5%, 0.6%, 0.5%, 0.7%, 0.7%, 0.5% 和 0.6%, 表明仪器精密度良好。

取混合对照品溶液, 按 2.1 项下条件, 连续进样 6 次, 进样量 0.5 μL, 测定峰面积, 计算原儿茶酸、新绿原酸、绿原酸、对-香豆酸、肉桂酸的峰面积 RSD 分别为 0.5%, 0.6%, 0.4%, 0.7% 和 0.5%, 表明仪

器精密度良好。

2.6 稳定性试验 取同一五味子叶供试品溶液, 室温下放置, 分别于 0, 2, 4, 6, 8, 10 h 按 2.1 项下色谱条件进行测定, 结果芦丁、金丝桃苷、槲皮素-3-*O*-葡萄糖、槲皮素-3-*O*-木糖、槲皮素和山柰酚的峰面积 RSD 分别为 1.2%, 1.3%, 1.3%, 2.0%, 1.9% 和 1.8%, 表明供试品溶液在 10 h 内稳定性较好。

取同一五味子叶供试品溶液, 室温下放置, 分别于 0, 2, 4, 6, 8, 10 h 按 2.1 项下色谱条件进行测定, 结果新绿原酸、绿原酸、对-香豆酸、肉桂酸的峰面积

RSD 分别为 1.6% , 1.6% , 2.2% 和 2.3% , 表明供试品溶液在 10 h 内稳定性较好。

2.7 重复性试验 分别精密称取同一五味子叶样品 6 份, 按 2.3 项下方法制备供试品溶液, 按 2.1 项下色谱条件测定, 结果芦丁、金丝桃苷、槲皮素-3-O-葡萄糖、槲皮素-3-O-木糖、槲皮素和山柰酚含量的 RSD 分别为 1.4% , 2.1% , 1.9% , 2.1% , 2.0% 和 2.6% , 表明本方法重复性良好。

分别精密称取同一五味子叶样品 6 份, 按 2.3 项下方法制备供试品溶液, 按 2.1 项下色谱条件测定, 结果新绿原酸、绿原酸、对-香豆酸、肉桂酸含量的 RSD 分别为 2.0% , 1.9% , 2.4% 和 3.5% , 表明本方法重复性良好。

2.8 加样回收率试验 精密称取已知含量的五味子叶样品 6 份约 1.0 g, 加入对照品适量, 按 2.3 项下方法制备加样供试品溶液, 进行测定, 计算各成分的加样回收率, 见表 2。

2.9 样品含量测定 按 2.3 项下方法制备供试品溶液, 按 2.1 项下色谱条件测定样品, 具体试验结果见表 3, 图 1。

2.10 抗氧化活性的测定

2.10.1 DPPH 自由基清除能力的测定 准确称取 DPPH 16.02 mg, 用无水甲醇超声溶解, 定容于 250 mL 量瓶中, 摇匀, 制成浓度为 $1.6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 DPPH 溶液, 低温避光保存, 备用。吸取待测样品溶液 0.1 mL 及 DPPH 溶液 3.9 mL, 摇匀, 室温避光放置 90 min, 于 517 nm 处测定样品的吸光度 A, 重复 3 次。根据下列公式计算自由基清除率, 清除率 = $[(A_{\text{空白}} - A_{\text{样品}}) / A_{\text{空白}}] \times 100\%$, $A_{\text{空白}}$ 为样品溶剂 0.1 mL 与 DPPH 溶液 3.9 mL 的吸光度。DPPH 通常用 IC_{50} 表示, IC_{50} 为 DPPH 清除率达 50% 时所需抗氧化剂的浓度, 其测定值系根据不同浓度抗氧化剂的清除率绘制标准曲线, 得出其 IC_{50} 。

由表 4 可知, 五味子不同部位对 DPPH 自由基的清除能力存在显著性差异, 其大小顺序依次为维生素 C > 叶 > 藤茎 > 果实。五味子叶、藤茎对 DPPH

表 2 五味子叶中 10 种成分的加样回收率测定 (n = 3)

Table 2 Recovery test of 10 components in leaves of *Schisandra chinensis* (n = 3)

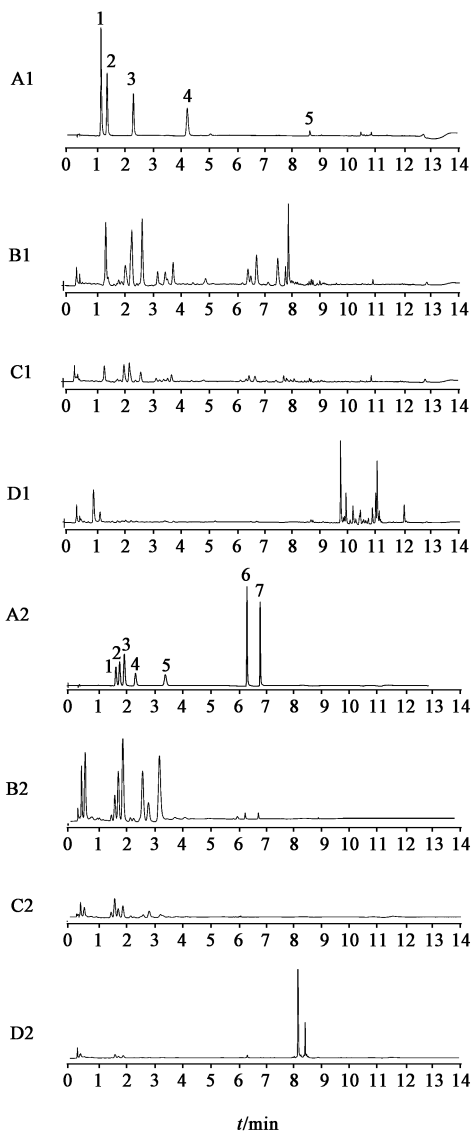
成分	称样量 /g	样品中量 /mg	加入量 /mg	测得量 /mg	回收率 /%
芦丁	1.000 4	1.318 6	1.042 0	2.380 2	101.9
	1.000 3	1.300 2	1.303 0	2.580 5	98.3
	1.000 5	1.294 5	1.564 1	2.861 8	100.2
金丝桃苷	1.000 8	1.346 2	1.051 0	2.366 2	97.1
	1.000 6	1.305 8	1.320 2	2.606 5	98.5
	1.000 2	1.300 2	1.581 0	2.901 6	101.3
槲皮素-3-O-葡萄糖	1.000 3	2.466 5	1.956 5	4.486 0	103.2
	1.000 5	2.446 0	2.446 6	4.941 2	102.0
	1.000 0	2.432 0	2.940 2	5.394 2	100.7
槲皮素-3-O-木糖	1.000 0	0.083 2	0.052 1	0.132 8	95.2
	1.000 6	0.060 2	0.065 2	0.124 5	98.6
	1.000 5	0.051 1	0.077 1	0.125 6	96.6
槲皮素	1.000 4	0.006 6	0.004 1	0.010 8	102.4
	1.000 5	0.005 1	0.005 0	0.010 0	98.0
	1.000 2	0.003 8	0.006 2	0.009 8	96.8
山柰酚	1.000 5	0.013 6	0.088 5	0.101 8	99.7
	1.000 4	0.009 8	0.011 5	0.020 9	96.5
	1.000 2	0.008 6	0.013 5	0.021 8	97.8
新绿原酸	1.000 0	2.596 6	2.080 6	4.637 8	98.1
	1.000 3	2.583 8	2.600 4	5.201 7	100.7
	1.000 6	2.605 5	3.112 5	5.701 2	99.5
绿原酸	1.000 5	3.101 1	2.468 0	5.540 1	98.8
	1.000 0	3.066 8	3.100 0	6.100 5	97.9
	1.000 4	3.087 0	3.700 2	6.703 5	97.7
对-香豆酸	1.000 0	0.012 7	0.008 5	0.021 1	98.8
	1.000 3	0.010 8	0.011 3	0.021 8	97.3
	1.000 5	0.008 5	0.013 5	0.021 5	96.3
肉桂酸	1.000 4	0.038 9	0.033 6	0.073 1	101.8
	1.000 0	0.044 4	0.042 2	0.087 7	102.6
	1.000 2	0.041 5	0.051 0	0.091 1	97.3

表 3 五味子不同部位黄酮和酚类成分的含量测定

Table 3 Content determination results of total flavonoids and phenols in different parts of *Schisandra chinensis*

不同部位	芦丁	金丝桃苷	槲皮素-3-O-葡萄糖	槲皮素-3-O-木糖	槲皮素	山柰酚	原儿茶酸	新绿原酸	绿原酸	对-香豆酸	肉桂酸	黄酮总计	酚酸总计	总计
果实	0.070	0.014	0.020	-	0.001	-	0.208	0.011	0.035	-	0.014	0.104	0.267	0.371
藤茎	0.896	0.193	0.267	0.001	-	-	-	0.519	0.834	-	1.357	1.357	1.379	2.736
叶	1.303	1.316	2.448	0.064	0.005	0.011	-	2.593	3.083	0.011	0.042	5.147	5.729	10.876

注: - 表明未检出; 槲皮苷均未检出。



A1. 酚酸对照品; B. 叶; C. 藤茎; D. 果实; A2. 黄酮对照品; A1 中 1. 原儿茶酸, 2. 新绿原酸, 3. 绿原酸, 4. 对-香豆酸, 5. 肉桂酸; A2 中 1. 芦丁, 2. 金丝桃苷, 3. 槲皮素-3-O-葡萄糖, 4. 槲皮素-3-O-木糖, 5. 槲皮素, 6. 槲皮素, 7. 山奈酚

图 1 五味子不同部位不同类别成分的 HPLC
Fig. 1 HPLC of different parts and different components of *Schisandra chinensis*

自由基的清除能力显著高于果实, 分别为果实的 8.3 倍和 4.3 倍, 但是均显著低于维生素 C 组。

2.10.2 ABTS 法测定样品总抗氧化能力 按照总抗氧化能力检测试剂盒 (ABTS 快速法) 说明书进行测定, 以 Trolox 为对照品, 414 nm 处测定吸光度, 以吸光度 (Y) 为纵坐标, Trolox 的浓度 (X) 为横坐标, 绘制标准曲线, 得线性回归方程 $Y = 1.3107X - 0.1403$ ($R^2 = 0.9947$)。利用标准曲线计算样品的总抗氧化能力, 样品的总抗氧化能力以 TEAC 来表示。

由表 4 可知, 五味子不同部位的总抗氧化能力存

表 4 五味子不同部位和 Vc 的抗氧化能力比较

Table 4 Comparison of antioxidant activities between extracts from different parts of *Schisandra chinensis* and vitamin C

组别	IC ₅₀ /mg·L ⁻¹	TEAC/mol·g ⁻¹
维生素 C	5.62 ± 0.25 ^d	1.02 ± 0.02 ^d
果实	1 639.10 ± 63.72 ^a	19.34 ± 0.39 ^a
藤茎	377.52 ± 1.24 ^b	15.34 ± 0.33 ^b
叶	198.36 ± 8.65 ^c	6.67 ± 0.10 ^c

注: 同一列字母不同表示各样品之间存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

在显著性差异, 其总抗氧化能力的大小顺序依次为维生素 C > 叶 > 藤茎 > 果实。五味子叶、藤茎的总抗氧化能力显著高于果实, ABTS 总抗氧化能力分别为果实的 2.9 倍和 1.3 倍, 但是均显著低于阳性对照维生素 C。

2.10.3 五味子不同部位有效成分含量与抗氧化活性相关性分析 五味子不同部位的总黄酮和总酚酸含量与 DPPH 自由基的清除能力 (相关系数分别为 0.742 和 0.849) 和总抗氧化能力 (相关系数分别为 0.881 和 0.946) 之间有显著的线性相关性, 相关系数在 $P < 0.01$ 水平上, 均达到极显著相关, 即总黄酮和总酚酸的含量越高, 五味子的抗氧化能力越强。因此, 初步推测五味子不同部位中总黄酮和总酚酸类物质为其抗氧化活性的重要贡献者。

3 讨论

本文主要参照五味子果实、叶中的黄酮和酚酸类成分^[4,12], 共选用芦丁、金丝桃苷、槲皮素-3-O-葡萄糖、槲皮素-3-O-木糖、槲皮苷等 7 种黄酮对照品, 以及原儿茶酸、绿原酸、新绿原酸、对-香豆酸、肉桂酸等 5 种酚酸类成分进行测定, 并分析不同部位五味子中黄酮和酚酸类成分的含量。在五味子各个部位中均未检测到槲皮苷的存在或含量极微, 与相关文献报道有一定出入, 推测可能是由于采收时期、产地不同, 导致试验结果的差异^[13]。

试验结果表明, 五味子叶中黄酮和酚酸类成分的含量, 远大于藤茎和果实中的含量, 叶中总黄酮类成分的含量, 约为藤茎总黄酮类成分含量的 3.8 倍, 果实的 49.5 倍; 叶中酚酸类成分的含量, 约为藤茎总酚酸类成分含量的 4.2 倍, 果实的 21.5 倍。从图谱中更能直观的体现, 五味子不同部位的化学成分存在明显的差异。总体而言, 五味子叶和藤茎的黄酮和酚酸类成分的含量和种类差异性相对小些, 五味子叶、藤茎与果实之间的差异显著。从图谱可以看出, 五味子果实中脂溶性成分的含量远大于叶和藤茎, 脂溶性的成分是五味子果实的主要组成成分。

在2个常用的抗氧化活性评价体系中,五味子的果实、叶、藤茎中均呈现出一定的抗氧化活性,且五味子叶、藤茎的抗氧化活性显著高于果实。通过对总黄酮和总酚酸与抗氧化活性的相关性分析,表明其抗氧化活性与总黄酮和总酚酸的含量呈明显的正相关。同时,大量的研究也指出五味子不同部位中,木脂素的含量大小关系依次为果实>藤茎>叶^[14-15]。而在人们长期的饮食及药理实验中,也明确指出黄酮和酚酸类物质是人们摄入抗氧化剂的主要结构类型^[13]。因此,初步推测五味子抗氧化活性可能与总黄酮和总酚酸类物质的含量有关。

[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,2015:66-67.

[2] 于俊林,秦瑀,胡彦武,等. HPLC法测定五味子茎藤中木脂素的含量[J]. 中草药,2003,34(10):106-107.

[3] 胡彦武,刘凯,闫梦彤,等. 五味子藤茎提取物抗大鼠肝纤维化作用及机制探讨[J]. 中国实验方剂学杂志,2016,22(17):122-125.

[4] Mocan A, Crisan G, Vlase L, et al. Comparative studies on polyphenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of *Schisandra chinensis* leaves and fruits [J]. *Molecules*, 2017, 19(9):15162-15179.

[5] 金银萍,焉石,刘俊霞,等. 五味子科植物中羊毛脂烷型三萜类成分及其药理作用研究进展[J]. 中草药,2014,45(1):137-143.

[6] 金银萍,焉石,刘俊霞,等. 五味子科植物中环阿屯烷型三萜类成分及其药理作用研究进展[J]. 中草药,2014,45(4):582-589.

[7] 金银萍,焉石,刘俊霞,等. 五味子科植物中降三萜类成分及其药理作用研究进展[J]. 中草药,2014,45(11):

1643-1650.

[8] 刘俊霞,侯微,窦凤鸣,等. 五味子藤茎正丁醇部位化学成分研究[J]. 中草药,2015,46(13):1878-1882.

[9] WANG M, LAI Y, CHANG C. High throughput screening and antioxidant assay of dibenzo[a, c] cyclooctadiene lignans in modified-ultrasonic and supercritical fluid extracts of *Schisandra chinensis* Baill by liquid chromatography-mass spectrometry and a free radical scavenging method [J]. *J Sep Sci*, 2015, 31(8):1322-1332.

[10] LU H, LIU G T. Anti-oxidant activity of dibenzocyclooctene lignans isolated from Schisandraceae [J]. *Planta Med*, 1992, 58(4):311-313.

[11] Šmejkal K, Šlapetová T, Krmenčík P, et al. Evaluation of the antiradical activity of *Schisandra chinensis* lignans using different experimental models [J]. *Molecules*, 2010, 15(3):1223-1231.

[12] Mocan A, Schafberg M, Crisan G, et al. Determination of lignans and phenolic components of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. using HPLC-ESI-T-of-MS and HPLC-online TEAC: Contribution of individual components to overall antioxidant activity and comparison with traditional antioxidant assays [J]. *J Funct Foods*, 2016, 24:579-594.

[13] Oroian M, Eseriche I. Antioxidants: characterization, natural sources, extraction and analysis [J]. *Food Res Int*, 2015, 74:10-36.

[14] 郑春英,李宏涛,吴桐,等. HPLC法同时测定五味子不同部位中三种木脂素成分含量[J]. 食品科学,2007,(7):376-379.

[15] 刘旭,林森,赵余庆. 北五味子不同部位总木脂素的含量测定[J]. 中国现代中药,2009,11(5):39-40.

[责任编辑 顾雪竹]