

青钱柳质量标准的研究

吴琳琳^{1,2}, 王芳³, 茅向军², 许乾丽^{2*}
(1. 黔东南州食品药品检测中心, 贵州 凯里 556000; 2. 贵州省食品药品检验所, 贵州 贵阳 550004; 3. 遵义医学院, 贵州 遵义 563003)

摘要: **目的** 建立青钱柳 *Cyclocarya paliurus* (Batal.) ljinsk. 的质量标准。**方法** 测定 12 批样品水分、灰分、浸出物含有量, TLC 法定性鉴别槲皮素和山柰酚, HPLC 法定量测定其含有量, 苯酚-浓硫酸显色法测定多糖含有量。**结果** 水分、总灰分、酸不溶性灰分、水浸出物、醇浸出物平均含有量分别为 11.05%、5.81%、1.70%、11.25%、10.16%。TLC 斑点清晰, 专属性强。槲皮素、山柰酚分别在 0.004 953~0.022 29、0.005 748~0.028 74 mg/mL 范围内呈良好的线性关系 ($r=0.999\ 9$), 平均加样回收率分别为 97.1% (RSD=2.59%)、97.9% (RSD=2.86%); 多糖在 0.021 22~0.095 58 mg/mL 范围内线性关系良好 ($r=0.999\ 8$), 平均加样回收率 97.2% (RSD=2.42%)。在各批样品中, 3 种成分含有量均有明显差异。**结论** 青钱柳中水分、总灰分、酸不溶性灰分、水浸出物、醇浸出物含有量分别不得超过 13.0%、7.0%、2.0%、13.5%、12.0%, 而槲皮素、山柰酚、多糖含有量以干燥品计, 分别不得低于 0.040%、0.070%、0.60%。

关键词: 青钱柳; 水分; 灰分; 浸出物; 槲皮素; 山柰酚; 多糖

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1001-1528(2017)04-0745-06
doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2017.04.017

Quality standard for *Cyclocarya paliurus*

WU Lin-lin^{1,2}, WANG Fang³, MAO Xiang-jun², XU Qian-li^{2*}
(1. Qiongdongnan Prefecture Food and Drug Inspection Institute, Kaili 556000, China; 2. Guizhou Provincial Food and Drug Inspection Institute, Guiyang 550004, China; 3. Zunyi Medical University, Zunyi 563003, China)

ABSTRACT: **AIM** To establish the quality standard for *Cyclocarya paliurus* (Batal.) ljinsk.. **METHODS** The contents of water, ash and extract in twelve batches of samples were determined. TLC and HPLC were adopted in the qualitative identification and quantitative determination of quercetin and kaempferol, respectively, and phenol-sulfuric acid method was used for the polysaccharide content assessment. **RESULTS** The average contents of water, total ash, acid-insoluble ash, water-soluble extract and alcohol-soluble extract were 11.05%, 5.81%, 1.70%, 11.25% and 10.16%, respectively. The clear TLC spots demonstrated their strong specificity. Quercetin and kaempferol showed good linear relationships within the ranges of 0.004 953 – 0.022 29 mg/mL and 0.005 748 – 0.028 74 mg/mL ($r = 0.999\ 9$), whose average recoveries were 97.1% (RSD = 2.59%) and 97.9% (RSD = 2.86%), respectively. Polysaccharide showed a good linear relationship within the range of 0.021 22 – 0.095 58 mg/mL, whose average recovery was 97.2% (RSD = 2.42%). The contents of three constituents in various batches of samples showed obvious differences. **CONCLUSION** In *C. paliurus*, the contents of water, total ash, acid-insoluble ash, water-soluble extract and ethanol-soluble extract should not be more than 13.0%, 7.0%, 2.0%, 13.5% and 12.0%, while those of quercetin, kaempferol and polysaccharide (calculated by dry product) should not be less than 0.040%, 0.070% and 0.60%, respectively.

收稿日期: 2016-11-04
基金项目: 贵州省中药材地方标准增修订项目 (2015)
作者简介: 吴琳琳 (1988—), 女, 主管药师, 从事食品药品质量控制关键技术研究。Tel: 18785063408, E-mail: 806542245@qq.com
* 通信作者: 许乾丽 (1964—), 女, 主任药师, 从事食品药品质量控制关键技术研究。Tel: (0851) 86808967, E-mail: 1500368608@qq.com

KEY WORDS: *Cyclocarya paliurus* (Batal.) ljinsk. ; water; ash; extract; quercetin; kaempferol; polysaccharide

青钱柳 *Cyclocarya paliurus* (Batal.) ljinsk. 为胡桃科青钱柳属植物，现仅有一种分布在我国，是国家重点保护的濒危物种之一^[1]，具有降血压、降血糖、降血脂、增强机体免疫力、抗氧化、抗衰老等药理作用^[2-3]。该植物化学成分复杂多样，主要活性成分为黄酮、三萜、甾体、多糖等^[4]，其中黄酮类化合物主要为黄酮醇及其苷类，苷元以槲皮素和山柰酚为主^[5-6]，其在人体内的吸收速度、吸收量及活性功效较黄酮糖苷有明显优势^[7-8]，故对青钱柳该类成分的研究具有重要意义。

目前，仅有朱贲峰等^[9]以芦丁为对照，采用 TLC 法进行相关研究。青钱柳多糖是青钱柳的重要生物活性物质，李磊、张小芳等^[10-12]报道，其能增强糖尿病小鼠对葡萄糖的耐受力，对胰岛组织有一定保护作用，具有显著的降血糖活性，同时该成分降血压、降血脂、免疫调节等作用也正广泛受到关注。本实验对青钱柳中的槲皮素和山柰酚进行 TLC 鉴别，并采用 HPLC 法测定两者含有量，并结合多糖含有量、水分、灰分、浸出物，制定了合理的限度，为青钱柳质量控制和评价标准的建立奠定基础。

1 材料与方法

岛津 LC-20AD 高效液相色谱仪，配置 LC2000 色谱数据工作站；AqueLix-5 纯水机（美国密理博公司）；XS205 电子天平（梅特勒-托利多仪器上海有限公司）；ZF7 三用紫外分析仪（巩义市予华仪器有限责任公司）；KQ-300DE 数控超声波清洗器（昆山市超声仪器有限公司）；DK-98-IIA 电热恒温水浴锅（天津市泰斯特仪器有限公司）；101-OA 电热鼓风干燥箱（天津市泰斯特仪器有限公司）。乙腈为色谱纯；其他试剂为分析纯；水为超纯水。薄层层析硅胶 G 板（青岛海洋化工厂分厂，批号 20150512）；槲皮素（含有量 96.5%，批号 100081-201408）、山柰酚（含有量 93.2%，批号 110861-201310）、D-无水葡萄糖（含有量 100%，批号 110833-201205）对照品均购于中国食品药品检定研究院。青钱柳经贵州省食品药品检验所标本馆馆长李杨主管药师鉴定，为胡桃科青钱柳属植物青钱柳 *Cyclocarya paliurus* (Batal.) ljinsk. 的干燥叶，粉碎后过 40 目筛，置于干燥器中备用，样品信息见表 1。

表 1 样品信息

Tab. 1 Information of samples

批号	来源	采集时间
1	贵州省剑河县昂英村	2015 年 3 月
2	贵州省剑河县昂英村	2015 年 5 月
3	贵州省剑河县昂英村	2015 年 7 月
4	贵州省剑河县昂英村	2015 年 9 月
5	贵州省剑河县昂英村	2015 年 10 月
6	贵州省雷山县丹江镇	2015 年 3 月
7	贵州省雷山县大塘镇	2015 年 4 月
8	贵州省榕江县平阳乡	2015 年 5 月
9	贵州省雷山县永乐镇	2015 年 7 月
10	广西资源县	2016 年 3 月
11	湖南桑植县	2016 年 6 月
12	江西铜鼓县	2016 年 6 月

2 方法与结果

2.1 TLC 定性鉴别

2.1.1 供试品溶液制备 取样品粉末 1 g，80% 甲醇 50 mL 加热回流 1 h，放冷，滤过，滤液蒸干，残渣加水 10 mL 溶解，乙醚振摇提取 2 次，每次 10 mL，弃去乙醚液，水液加盐酸 5 mL，90 ℃ 水浴中回流 1 h，取出，迅速冷却，乙酸乙酯振摇提取 2 次，每次 20 mL，合并乙酸乙酯液，30 mL 水洗涤，弃去水液，乙酸乙酯液蒸干，残渣加甲醇 1 mL 溶解，即得^[13]。

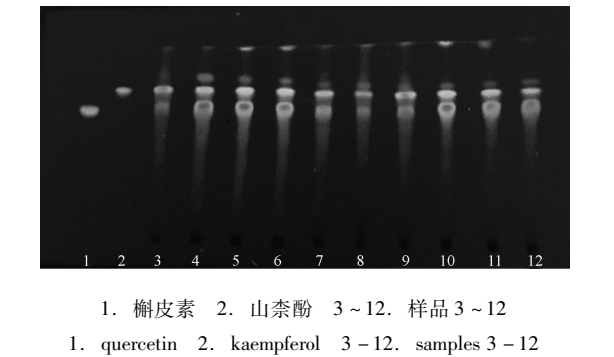
2.1.2 对照品溶液制备 精密称取槲皮素、山柰素对照品适量，加甲醇制成每 1 mL 含 0.2 mg 对照品的溶液，即得。

2.1.3 鉴别方法 按照 2015 版《中国药典》四部，吸取供试品、对照品溶液各 2 μL，点于同一硅胶 G 薄层板上，以二氯甲烷：丙酮：甲醇：甲酸（8：2.5：1：0.5）为展开剂，展开，取出，晾干，喷以 3% 三氯化铝乙醇溶液，105 ℃ 下加热至斑点清晰，置紫外光灯（365 nm）下检视，结果见图 1。由图可知，供试品色谱在与对照品相应的位置上，显相同颜色的荧光斑点。

2.2 水分、灰分、浸出物含有量测定 按照 2015 版《中国药典》四部方法测定，结果见表 2。

2.3 槲皮素、山柰酚含有量测定

2.3.1 对照品溶液制备 精密称取槲皮素、山柰酚对照品适量，加甲醇制成分别含槲皮素 0.123 8 mg/mL、山柰酚 0.479 0 mg/mL 的溶液。精密量取适量，置于 25 mL 量瓶中，甲醇稀释至刻



1. 槲皮素 2. 山柰酚 3~12. 样品 3~12
1. quercetin 2. kaempferol 3-12. samples 3-12
图 1 2 种成分 TLC 色谱图
Fig. 1 TLC chromatogram of two constituents

表 2 水分、灰分、浸出物含有量测定结果
Tab. 2 Results of content determination of water, ash and extract

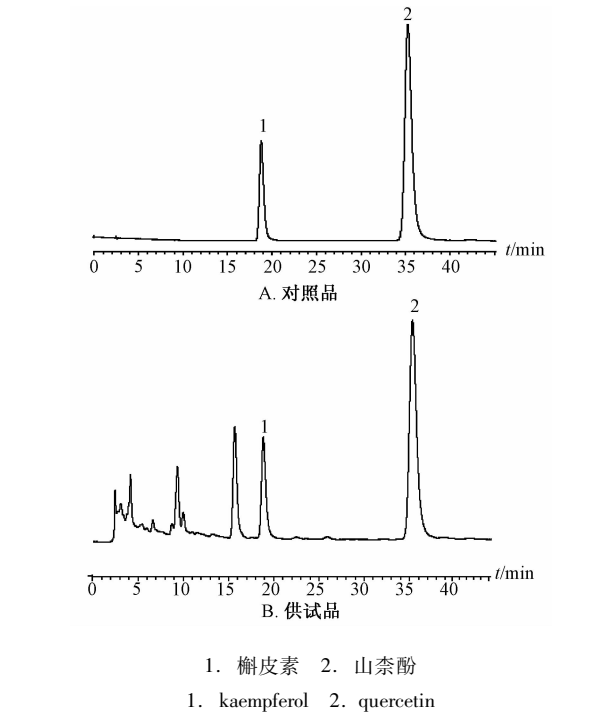
批号	水分/%	总灰分/%	酸不溶性灰分/%	水浸出物/%	醇浸出物/%
1	11.08	6.89	1.65	11.01	10.95
2	11.64	5.69	1.75	11.90	12.13
3	10.04	5.79	0.94	12.06	12.37
4	11.17	6.30	1.31	11.39	10.65
5	11.08	5.26	1.95	11.16	10.52
6	11.53	5.45	2.25	11.22	8.54
7	12.06	5.55	1.75	11.31	8.26
8	10.50	5.35	1.95	11.45	8.09
9	10.87	5.69	1.80	11.15	8.49
10	11.04	6.18	1.70	12.24	10.62
11	10.74	5.90	1.80	10.31	11.69
12	10.86	5.70	1.60	9.81	9.61
平均值	11.05	5.81	1.70	11.25	10.16

度，制成分别含槲皮素 0.004 953 mg/mL、山柰酚 0.019 16 mg/mL 的对照品溶液。

2.3.2 供试品溶液制备 精密称取样品粉末约 1.0 g，置于圆底烧瓶中，精密加入 80% 甲醇 50 mL，密塞，称定质量，加热回流 1 h，放冷，80% 甲醇补足减失的质量，摇匀，滤过。精密量取续滤液 25 mL，精密加入盐酸 5 mL，90 ℃ 水浴中加热水解 1 h，置于 50 mL 量瓶中，80% 甲醇定容，摇匀，0.45 μm 微孔滤膜过滤，即得^[13]。

2.3.3 色谱条件和系统适应性试验 Agilent C₁₈ 色谱柱（5 μm，250 mm × 4.6 mm）；流动相甲醇-0.1% 磷酸（45：55）；体积流量 1.0 mL/min；柱温 35 ℃；检测波长 365 nm；进样量 10 μL，HPLC 色谱图见图 2。由图可知，理论塔板数按槲皮素计算，不得低于 5 000，槲皮素、山柰酚与其他组分分离度良好，均大于 1.50。

2.3.4 线性关系考察 精密量取“2.3.1”项下



1. 槲皮素 2. 山柰酚
1. kaempferol 2. quercetin
图 2 2 种成分 HPLC 色谱图
Fig. 2 HPLC chromatograms of two constituents

槲皮素对照品溶液 0.40、0.60、0.80、1.20、1.60、1.80 mL，置于 10 mL 量瓶中，甲醇定容至刻度，摇匀。再精密量取“2.3.1”项下山柰酚对照品溶液 0.30、0.50、0.70、1.00、1.30、1.50 mL，置于 25 mL 量瓶中，甲醇定容至刻度，摇匀，在“2.3.3”项色谱条件下测定。以对照品溶液质量浓度为横坐标（X），峰面积为纵坐标（Y）进行回归，得槲皮素、山柰酚回归方程分别为 $Y = 43\,283X + 1\,566.9$ ($r = 0.999\,9$)、 $Y = 39\,136X - 23\,998$ ($r = 0.999\,9$)，分别在 0.004 953 ~ 0.022 29、0.005 748 ~ 0.028 74 mg/mL 范围内呈良好的线性关系。

2.3.5 精密度试验 取“2.3.1”项下对照品溶液，在“2.3.3”项色谱条件下进样 6 次，测得槲皮素、山柰酚峰面积 RSD 分别为 1.3%、1.8%，表明仪器精密度良好。

2.3.6 重复性试验 取同一产地样品（2 号）6 份，按“2.3.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.3.3”项色谱条件下测定，测得槲皮素、山柰酚含量 RSD 分别为 2.5%、2.6%，表明该方法重复性良好。

2.3.7 稳定性试验 取同一供试品（2 号）溶液，在“2.3.3”项色谱条件下于 0、2、4、8、12、24 h 测定，测得槲皮素、山柰酚峰面积 RSD 分别

为 0.99%、0.83%，表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.3.8 加样回收率试验 精密称取含有量已知的样品（2 号）9 份，每份约 0.5 g，按已知含有量的 50%、100%、150% 水平加入“2.3.1”项下对照品溶液，按“2.3.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.3.3”项色谱条件下测定，结果见表 3。

表 3 加样回收率试验结果（I）（n=9）

Tab.3 Results of recovery tests（I）（n=9）

成分	原有量/	加入量/	测得量/	回收率/	平均回收	RSD/
	mg	mg	mg	%	率/%	%
槲皮素	0.245 4	0.123 8	0.365 4	96.85	97.1	2.59
	0.245 1	0.123 8	0.366 1	97.73		
	0.245 7	0.123 8	0.369 2	99.81		
	0.245 7	0.247 7	0.476 3	93.09		
	0.244 9	0.247 7	0.487 9	98.10		
	0.245 2	0.247 7	0.494 5	100.7		
	0.245 5	0.371 5	0.599 9	95.39		
	0.245 7	0.371 5	0.595 2	94.09		
	0.245 9	0.371 5	0.610 7	98.21		
山柰酚	0.975 8	0.479 0	1.430	94.76	97.9	2.86
	0.974 5	0.479 0	1.437	96.64		
	0.976 6	0.479 0	1.457	100.3		
	0.976 9	0.958 0	1.948	101.3		
	0.973 8	0.958 0	1.879	94.45		
	0.974 9	0.958 0	1.907	97.33		
	0.976 1	1.437	2.350	95.62		
	0.976 7	1.437	2.399	98.95		
	0.977 6	1.437	2.440	101.8		

2.3.9 样品含有量测定 精密称取 12 批样品，按“2.3.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.3.3”项色谱条件下测定，结果见表 4。

表 4 槲皮素和山柰酚含有量测定结果

Tab.4 Results of content determination of quercetin and kaempferol

批号	槲皮素/%	山柰酚/%
1	0.088 24	0.116 1
2	0.048 89	0.194 4
3	0.207 5	0.248 5
4	0.082 42	0.130 3
5	0.208 1	0.088 32
6	0.244 3	0.212 4
7	0.085 80	0.218 3
8	0.179 3	0.214 5
9	0.196 9	0.198 7
10	0.213 8	0.078 20
11	0.277 8	0.318 9
12	0.247 1	0.152 8

2.4 多糖含有量测定

2.4.1 多糖提取方法 青钱柳经除杂、干燥、粉碎后，置于索氏提取器中，60℃石油醚脱脂脱色

3 h，滤去石油醚，室温挥干，适量 80% 乙醇回流，滤过，残渣挥干，作为提取原料。称取 1 g，40 mL 蒸馏水回流提取 2 次，每次 2 h，滤过，合并滤液，转移至 100 mL 量瓶中，加水至刻度，摇匀，精密量取滤液 10 mL，置于离心管中，加入适量乙醇以使其含醇量达 80%，静置，离心，弃去上清液，沉淀加 80% 乙醇洗涤 2 次，每次 20 mL，离心，弃去上清液，沉淀加热水溶解，转移至 25 mL 量瓶中，放冷，加水至刻度，摇匀，即得。

2.4.2 检测波长确定 精密吸取每 1 mL 含 1.061 mg 对照品的溶液 0.5 mL，加蒸馏水至 1.0 mL，加 5% 苯酚溶液（临用配制）1.0 mL，混匀，迅速加入 5.0 mL 浓硫酸，振摇 5 min，沸水浴加热 30 min，冷水浴冷却 15 min。同法制得空白溶液。在 200 ~ 800 nm 波长范围内测定吸光度，发现最大吸收波长为 497 nm，故选择其作为检测波长。

2.4.3 线性关系考察 精密称取无水葡萄糖对照品适量，加水制成每 1 mL 含 1.061 mg 对照品的溶液，精密量取 0.2、0.4、0.6、0.7、0.8、0.9 mL，置于 10 mL 量瓶中，加水定容至刻度，吸取 1.0 mL，精密加入 5% 苯酚溶液（临用配制）1 mL，摇匀，精密加入硫酸 5 mL，摇匀，沸水浴加热 30 min，取出，冰浴冷却 15 min。取 1.0 mL 蒸馏水同法操作，加入苯酚和硫酸进行显色反应，作为空白对照。以溶液质量浓度（C）对吸光度（A）进行回归，得标准曲线 $A = 0.010\ 5C - 0.049\ 3$ ($r = 0.999\ 8$)，在 0.021 22 ~ 0.095 58 mg/mL 范围内线性关系良好。

2.4.4 含有量测定方法 精密量取供试品溶液 1 mL，置于 10 mL 具塞试管中，按“2.4.3”项下方法测定吸光度，根据标准曲线进行测定。

2.4.5 精密度试验 取同一供试品（2 号）溶液，按“2.4.4”项下方法测定 6 次，测得吸光度 RSD 为 1.6%，表明仪器精密度良好。

2.4.6 重复性试验 取同一产地样品（2 号）6 份，按“2.4.1”项下方法提取，按“2.4.4”项下方法测定，测得多糖含有量 RSD 为 2.2%，表明该方法重复性良好。

2.4.7 稳定性试验 取同一供试品（2 号）溶液，按“2.4.4”项下方法于 20、40、60、80、100、120 min 测定，测得吸光度 RSD 为 2.0%，表明供试品溶液在 120 min 内稳定性良好。

2.4.8 加样回收率试验 精密称取含有量已知的样品（2 号）6 份，每份约 0.5 g，加入“2.4.3”

项下的对照品溶液 10 mL，按“2.4.1”项下方法提取，按“2.4.4”项下方法测定，结果见表 5。

表 5 加样回收率试验结果（Ⅱ）（n=6）

Tab. 5 Results of recovery tests（Ⅱ）（n=6）

取样量/ g	原有量/ mg	加入量/ mg	测得量/ mg	回收率/ %	平均回收 率/%	RSD/ %
0.502 4	10.65	10.61	21.05	98.02	97.70	1.30
0.503 1	10.66	10.61	20.88	96.32		
0.502 7	10.66	10.61	21.13	98.68		
0.502 2	10.65	10.61	21.09	98.40		
0.501 9	10.64	10.61	20.81	95.85		
0.501 8	10.64	10.61	21.11	98.68		

2.4.9 含有量测定结果 精密称取 12 批样品，按“2.4.1”项下方法提取，按“2.4.4”项下方法测定，结果见表 6。

表 6 多糖含有量测定结果

Tab. 6 Results of content determination of polysaccharide

批号	多糖/%
1	2.422
2	2.120
3	2.187
4	1.829
5	1.623
6	0.717 1
7	0.795 8
8	0.680 6
9	0.739 7
10	2.401
11	1.546
12	1.929

3 讨论和结论

3.1 TLC 法优化

3.1.1 展开体系 考察了氯仿-甲醇-水-甲酸（8：1：0.5：0.5）、甲苯-丙酮-甲酸（5：3：0.5）、甲苯-乙酸乙酯-甲酸（5：3：1）、正己烷-乙酸乙酯-甲酸（7：5：0.8）、氯仿-丙酮-甲醇-甲酸（8：2.5：1：0.6）、二氯甲烷-丙酮-甲醇-甲酸（8：2.5：1：0.6）等，发现二氯甲烷-丙酮-甲醇-甲酸（8：2.5：1：0.5）体系下斑点清晰，分离度好，重复性理想。

3.1.2 显色剂 分别喷以 1% 三氯化铝乙醇溶液、10% 硫酸乙醇、氨水熏蒸、碘蒸气熏等，发现以 1% 三氯化铝乙醇溶液为显色剂时，斑点清晰，分离度好，*R_f* 值适中。同时，还考察了 0.5%、1%、3%、5% 三氯化铝，发现 1% 三氯化铝的显色效果最好。

3.1.3 耐用性 按照确定的 TLC 条件，考察了高温（40℃）和低温（4℃），高湿度（72%）、中

湿度（50%）和低湿度（18%），自制和不同厂家硅胶 G 板，以及相同厂家不同批号硅胶 G 板，发现温度、湿度、硅胶 G 板对检测结果的影响不大，表明该方法耐用性良好。

3.2 检查与浸出物限量确定

3.2.1 水分 采用 2015 年版《中国药典》四部通则下“水分测定法”第二法（烘干法），对 12 批样品进行测定，测得水分含有量为 10.04% ~ 12.06%，平均 11.05%。暂定其不得超过 13.0%。

3.2.2 总灰分 采用 2015 年版《中国药典》四部通则下“总灰分测定法”，对 12 批样品进行测定，测得总灰分含有量为 5.26 % ~ 6.89 %，平均 5.81%。暂定其不得超过 7.0%。

3.2.3 酸不溶性灰分 采用 2015 年版《中国药典》四部通则下“酸不溶性灰分测定法”法，对 12 批样品进行测定，测得酸不溶性灰分含有量为 0.94% ~ 2.25%，平均 1.7%。暂定其不得超过 3.0%。

3.2.4 浸出物 采用 2015 年版《中国药典》四部通则下“浸出物测定法”法，对 12 批样品进行测定，测得水溶性浸出物含有量为 9.81% ~ 12.24%，平均 11.25%，暂定水溶性浸出物不得少于 9.0%；醇浸出物含有量为 8.09% ~ 12.37%，平均 10.16%，暂定醇溶性浸出物不得少于 7.0%。

3.3 槲皮素、山柰酚含有量测定

3.3.1 流动相选择 考察了甲醇-磷酸和乙腈-磷酸，发现以两者洗脱时槲皮素、山柰酚色谱峰均与杂质峰的分离度良好，而且相互之间无影响，但甲醇价廉，对环境更加友好，故选择甲醇。同时，考察不同体积分数（0.05%、0.1%、0.3%、0.5%、4%）磷酸，发现磷酸体积分数大于 1.0% 时，两者峰形均较好；在 0.05% 时，两者峰形较差，出现前沿峰。综上所述，选择甲醇-0.1% 磷酸作为流动相。

3.3.2 测定波长选择 将槲皮素、山柰酚对照品溶液在 200 ~ 400 nm 波长范围内进行扫描，发现两者在 365 nm 波长处均有较强吸收峰，故选择其作为检测波长。

3.3.3 槲皮素、山柰酚含有量分析和限量确定 测定结果表明，不同产地、同一产地不同采收期样品中两者含有量差异较大，均以湖南桑植县（11 号）产者最高，贵州省剑河县昂英村（2 号）产者槲皮素最低，广西资源县（10 号）产者山柰酚最低。根据所测结果，暂定其以干燥品计，分别不

得低于 0.040%、0.070%。

3.4 多糖含有量限量确定 许多成分（如糖肽、结合蛋白等）与多糖结合所形成的粗提物具有较强的生物学活性，而且与纯品具有差异性^[14]，故本实验所提取的多糖粗提物未作除蛋白处理。同时，还采用经典的苯酚-浓硫酸显色法，其灵敏度高，稳定性好^[15]。测定结果表明，不同产地样品中多糖含有量差异较大，故暂定其以干燥品计，不得低于 0.60%。

参考文献：

[1] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志：第 21 卷[M]. 北京：科学出版社，1979.

[2] 黄 鑫，黄 敏，童雪燕，等. 青钱柳降血糖药效物质基础研究进展[J]. 安徽农业科学，2009，37(23)：11005-11014.

[3] 刘 娟，王存琴. 青钱柳化学成分及药理活性研究进展[J]. 包头医学院学报，2015，31(8)：144-145.

[4] 易 醒，石建功，周光雄，等. 青钱柳化学成分研究[J]. 中国中药杂志，2001，27(1)：43-44.

[5] 陈达炜，郭素华. 青钱柳化学成分研究进展[J]. 海峡药业，2008，20(11)：63-65.

[6] 何 艳，殷志琦，张 健，等. 青钱柳地上部分的化学成分研究[J]. 药学与临床研究，2012，20(3)：187-189.

[7] 刘莉华，宛晓春，李大祥. 黄酮类化合物抗氧化活性构效关系的研究进展[J]. 安徽农业大学学报，2002，29(3)：265-270.

[8] 吕 鹏，黄晓舞，吕秋军. 黄酮类化合物吸收、分布和代谢的研究进展[J]. 中国中药杂志，2007，32(19)：1961-1964.

[9] 朱贲峰，贺肇东，王政峰，等. 不同产地青钱柳的总黄酮含量比较[J]. 海峡药业，2004，16(3)：88-89.

[10] 李 磊，谢明勇，易 醒，等. 青钱柳多糖组分及其降血糖活性研究[J]. 江西农业大学学报，2001，23(4)：484-486.

[11] 张小芳，段小群，卢 曦，等. 青钱柳多糖对糖尿病小鼠血糖水平和胰腺组织形态的影响[J]. 华夏医学，2010，23(1)：15-17.

[12] 段小群，张小芳，卢 曦，等. 青钱柳多糖体外抗脂质过氧化作用研究[J]. 中药材，2010，33(10)：1618-1621.

[13] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：2015 年版一部[S]. 北京：中国医药科技出版社，2015：219-220.

[14] 李贵荣. 枸杞多糖的提取及其对活性氧自由基的清除作用[J]. 中国现代应用药学杂志，2002，19(2)：94-96.

[15] 舒任庚，舒积成，刘玉凤. 青钱柳嫩叶中多糖的含量测定[J]. 中国中医药信息杂志，2005，12(3)：45-46.