

息, 2010, 27(2): 18-20.

[15] 陆园园. 青钱柳叶氯仿提取物化学成分的研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2006.

[16] 张正曦, 隋先进, 武海波, 等. 花脸香蘑子实体的甾醇类化合物[J]. 中药材, 2017, 40(8): 1849-1852.

[17] 周媛媛, 王 栋. 青龙衣中二芳基庚烷类成分研究[J].

中国实验方剂学杂志, 2011, 17(22): 92-93.

[18] Liu J X, Meng M, Li C, *et al.* Simultaneous determination of three diarylheptanoids and an α -tetralone derivative in the green walnut husks (*Juglans regia* L.) by high-performance liquid chromatography with photodiode array detector [J]. *J Chromatogr A*, 2008, 1190(2): 80-85.

一测多评法同时测定艾纳香油中 5 种成分

秦晋颖¹, 谢晓林¹, 赵 元¹, 张新风², 吴 倩², 王昌胜², 刘志刚^{1*}
(1. 贵阳学院食品与制药工程学院, 贵州 贵阳 550005; 2. 贵州黄果树立爽药业有限公司, 贵州 贵阳 550004)

摘要: **目的** 建立一测多评法同时测定艾纳香 *Blumea balsamifera* (L.) DC. 油中 β -蒎烯、 β -石竹烯、樟脑、 α -石竹烯和龙脑 5 种成分的含有量。**方法** 艾纳香油乙酸乙酯提取物的分析采用 PEG-20 M 柱 (30 m \times 0.32 mm, 1.0 μ m); 程序升温; 载气为高纯氮气 (99.999%); FID 检测器温度 240 $^{\circ}$ C, 进样口温度 240 $^{\circ}$ C。以龙脑为内标, 计算其他 4 种成分的相对校正因子, 再测定其含有量。**结果** 蒎烯、 β -石竹烯、樟脑、 α -石竹烯和龙脑分别在 1.49~59.5 μ g/mL (r =0.999 6)、2.22~88.8 μ g/mL (r =0.999 6)、6.48~259 μ g/mL (r =0.999 7)、3.64~146 μ g/mL (r =0.999 1) 和 16.4~656 μ g/mL (r =0.999 8) 范围内线性关系良好, 平均加样回收率 (RSD) 分别为 97.4% (0.9%)、99.0% (1.3%)、98.9% (0.9%)、97.6% (0.9%) 和 99.7% (1.0%)。一测多评法所得结果接近于外标法。**结论** 该方法准确稳定, 重复性好, 可用于艾纳香油的质量控制。

关键词: 艾纳香; 油; β -蒎烯; β -石竹烯; 樟脑; α -石竹烯; 龙脑; 一测多评

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2020)02-0381-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2020.02.021

Simultaneous determination of five constituents in the oil from *Blumea balsamifera* by QAMS

QIN Jin-ying¹, XIE Xiao-lin¹, ZHAO Yuan¹, ZHANG Xin-feng², WU Qian², WANG Chang-sheng², LIU Zhi-gang^{1*}
(1. Department of Food and Pharmaceutical Engineering, Guiyang University, Guiyang 550005, China; 2. Huangguoshu-lishuang Pharmaceutical Co., Ltd., Guiyang 550004, China)

ABSTRACT: **AIM** To establish a quantitative analysis of multi-components by single mark (QAMS) method for the simultaneous content determination of β -pinene, β -caryophyllene, camphor, α -caryophyllene and borneol in the oil from *Blumea balsamifera* (L.) DC.. **METHODS** The analysis of ethyl acetate extract of the oil from *B. balsamifera* was performed on an A PEG-20M column (30 m \times 0.32 mm, 1.0 μ m), with nitrogen as carrier gas and FID as detector. The column temperature was controlled by program. The inlet and FID detector temperature were all set at 240 $^{\circ}$ C. With borneol as an internal standard, the relative correction factors of the other four constituents were calculated, followed by the determination of their contents. **RESULTS** β -pinene, β -caryophyllene, camphor, α -caryophyllene and borneol showed good linear relationships within the ranges of 1.49–59.5 μ g/mL

收稿日期: 2019-01-17

基金项目: 贵阳市科技局贵阳学院专项资金 (GYU-KYZ [2018] 01-18); 贵阳学院博士启动基金项目 (GYU-ZRD [2018] -033); 贵阳学院 2019 年“青年红色筑梦之旅”实践教学项目 012 号资助 (2019)

作者简介: 秦晋颖 (1982—), 女, 硕士, 讲师, 从事药学相关教学和研究。E-mail: 564591109@qq.com

* 通信作者: 刘志刚 (1976—), 男, 博士, 教授, 从事天然产物分离、分析相关教学和研究。E-mail: 1623188533@qq.com

($r=0.999\ 6$), $2.22\text{--}88.8\ \mu\text{g/mL}$ ($r=0.999\ 6$), $6.48\text{--}259\ \mu\text{g/mL}$ ($r=0.999\ 7$), $3.64\text{--}146\ \mu\text{g/mL}$ ($r=0.999\ 1$) and $16.4\text{--}656\ \mu\text{g/mL}$ ($r=0.999\ 8$), whose average recoveries (RSD) were 97.4% (0.9%), 99.0% (1.3%), 98.9% (0.9%), 97.6% (0.9%) and 99.7% (1.0%), respectively. The results obtained by QAMS approximated those obtained by external standard method. **CONCLUSION** This accurate, stable and reproducible method can be used for the quality control of the oil from *B. balsamifera*.

KEY WORDS: *Blumea balsamifera* (L.) DC.; oil; β -pinene; β -caryophyllene; camphor; α -caryophyllene; borneol; QAMS

艾纳香油为菊科植物艾纳香 *Blumea balsamifera* (L.) DC. 叶中分离而得的油, 是我国西南少数民族习用药物^[1]。L-龙脑为艾纳香油中主要活性成分, 此外还含有 β -石竹烯、樟脑、 β -蒎烯和芳樟醇等成分^[2-3], 具有镇痛、抗菌和消炎的药理活性, 是多种贵州民族药成方制剂的组方药物^[4-10]。艾纳香药材来源较复杂, 伪品较多, 目前艾纳香油的压榨工艺并不统一, 现有地方标准采用恒温 GC 外标法对龙脑含量进行定量测定, 色谱分离效果差, 且樟脑和 β -蒎烯等有效成分的含有量没有得到控制, 单一成分含有量测定已难以全面反映艾纳香油的质量, 多指标定量测定已成为中药质量控制的发展趋势^[11]。传统的多指标定量测定存在着对照品消耗量大、操作复杂和容易导致误差等缺陷, 一测多评法已被用于中药化学成分的含有量测定^[12-18], 2015 年版《中国药典》一部收载黄连药材中巴马汀、小檗碱、表小檗碱和黄连碱 4 种主要成分的含有量采用一测多评法测定。本研究建立一测多评法测定艾纳香油中的 5 种成分含有量, 与传统内标法测定结果比较, 以期全面提升艾纳香油的质量标准奠定基础, 并为相关制剂的质量控制提供参考。

1 材料

岛津 GC-2014 型气相色谱仪 (配 Aoc-20i+s 自动进样器)、LAB Solution 色谱工作站 (日本岛津公司); KQ5200DB 型数控超声波清洗器 (江苏昆山市超声仪器有限公司); FA124 型电子分析天平 (上海舜宇恒平科学仪器有限公司)。

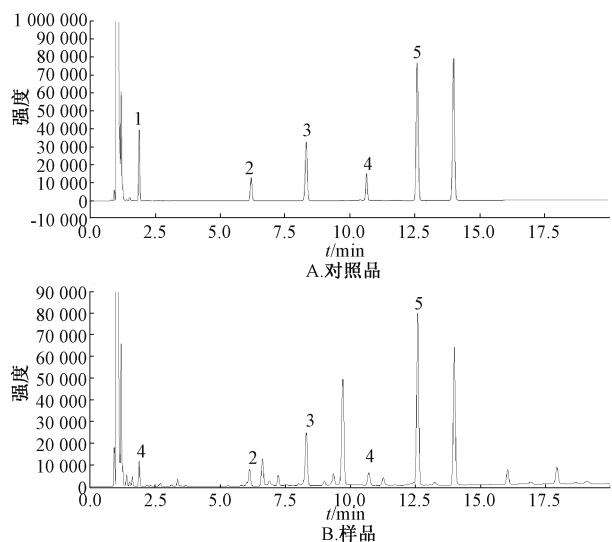
β -蒎烯 (批号 111827-201508)、樟脑 (批号 110747-201609)、龙脑 (批号 110881-201311) 对照品均购自中国食品药品检定研究院, 纯度均大于 98.0%; β -石竹烯 (批号 181020) 和 α -石竹烯 (批号 180926) 对照品购自北京世纪奥科生物技术有限公司, 纯度均大于 96.0%。高纯氮气、氢气和干燥空气体积分数均为 99.999% (贵州特建气体有限公司); 其他试剂均为分析纯。

实验用 8 批艾纳香药材于 2017 年 10 月采自贵州省罗甸县, 经贵阳医学院周汉华教授鉴定为菊科植物艾纳香 *Blumea balsamifera* (L.) DC. 的叶, 其粗升华物经过压榨分离而得到艾纳香油样品。

2 方法与结果

2.1 一测多评法建立

2.1.1 色谱条件 色谱柱采用 PEG-20 M 交联毛细管柱 (30 m \times 0.32 mm, 1.0 μm); 载气采用氮气; 分流进样模式; 分流比 10 : 1; 程序升温 (起始温度 70 $^{\circ}\text{C}$, 维持 2 min, 以 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 速率升温至 150 $^{\circ}\text{C}$, 维持 2 min); 进样口温度 240 $^{\circ}\text{C}$; 采用 FID 检测器, 温度 240 $^{\circ}\text{C}$; 进样量 1.0 μL 。色谱图见图 1。



1. β -蒎烯 2. β -石竹烯 3. 樟脑 4. α -石竹烯 5. 龙脑
1. β -pinene 2. β -caryophyllene 3. camphor 4. α -caryophyllene
5. borneol

图 1 各成分 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of various constituents

2.1.2 对照品贮备液制备 分别取 β -蒎烯、 β -石竹烯、樟脑、 α -石竹烯和龙脑对照品适量, 精密称定, 用乙酸乙酯溶解, 制成每 1 mL 分别含上述 5 种成分 0.372、0.556、1.62、0.912、4.10 mg 对照品贮备液。

2.1.3 内标溶液制备 取适量水杨酸甲酯，精密称定，置于 100 mL 量瓶中，加乙酸乙酯稀释至刻度，配成质量浓度为 15.0 mg/mL 的内标溶液，用 0.45 μm 微孔滤膜过滤，即得。

2.1.4 混合对照品溶液制备 精密量取 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑、α-石竹烯和龙脑对照品贮备液各 2.0 mL 至 10 mL 量瓶中，加乙酸乙酯配制成质量浓度分别为 β-蒎烯 0.074 4 mg/mL、β-石竹烯 0.111 mg/mL、樟脑 0.324 mg/mL、α-石竹烯 0.182 mg/mL 和龙脑 0.820 mg/mL 的混合对照品溶液，经 0.45 μm 微孔滤膜过滤，即得。

2.1.5 供试品溶液制备 取艾纳香油样品约 0.2 g，精密称定，置于 100 mL 量瓶中，精密加入前述内标液 1.0 mL，加乙酸乙酯定容至刻度，摇匀，经 0.45 μm 微孔滤膜过滤，即得。

2.1.6 线性关系考察 精密量取“2.1.4”项下混合对照品溶液 0.2、1.0、2.0、5.0、8.0 mL 分别置于 10 mL 量瓶中，加入内标溶液 1.0 mL，加乙酸乙酯稀释至刻度，组成系列质量浓度的混合对照品溶液。分别精密吸取各混合对照品溶液 1.0 μL，在“2.1.1”项条件下进样。以对照品溶液质量浓度为横坐标（X），对照品与内标峰面积之比为纵坐标（Y），进行回归，结果见表 1，表明 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑、α-石竹烯和龙脑在各自范围内线性关系良好。

表 1 各成分线性关系

Tab. 1 Linear relationships of various constituents			
成分	回归方程	<i>r</i>	线性范围/ (μg·mL ⁻¹)
β-蒎烯	<i>Y</i> = 1.28 <i>X</i> - 0.987	0.999 6	1.49~59.5
β-石竹烯	<i>Y</i> = 0.290 <i>X</i> - 0.093	0.999 6	2.22~88.8
樟脑	<i>Y</i> = 0.107 <i>X</i> - 0.308	0.999 7	6.48~259
α-石竹烯	<i>Y</i> = 0.137 <i>X</i> + 0.332	0.999 1	3.64~146
龙脑	<i>Y</i> = 0.037 8 <i>X</i> - 0.242	0.999 8	16.4~656

2.1.7 相对校正因子测定 精密吸取上述不同质量浓度的混合对照品溶液 1.0 μL，在“2.1.1”项色谱条件下进样，记录不同质量浓度对照品与内标物峰面积，以龙脑为内参物，计算 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑、α-石竹烯的相对校正因子，测得 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑、α-石竹烯的相对校正因子分别为 0.513、0.592、0.401、0.639，RSD 分别为 1.1%、1.5%、0.9%、1.6%。

2.1.8 精密度试验 取“2.1.4”项下混合对照品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下连续进样 6 次，记录峰面积，计算各化合物峰面积与内标物峰

面积比值的 RSD 值，测得 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑、α-石竹烯和龙脑峰面积比值的 RSD 分别为 0.8%、0.9%、0.2%、0.7%、0.2%，表明该方法精密度良好。

2.1.9 重复性试验 分别称取同一批艾纳香油样品 6 份（1 号样品），精密称定，按“2.1.5”项下方法制备供试品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下进样，测定峰面积，测得 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑、α-石竹烯和龙脑的含有量分别为 13.1、16.6、71.5、26.9、232 mg/g，RSD 分别为 1.3%、1.6%、0.9%、1.7% 和 1.0%，表明该方法重复性良好。

2.1.10 稳定性试验 取 1 号艾纳香油样品，按“2.1.5”项下方法制备供试品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下，分别于室温放置的 0、2、4、8、12 h 进样，测定峰面积，并与内标物的峰面积作比较，测得 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑、α-石竹烯和龙脑峰面积比值的 RSD 分别为 1.4%、1.1%、0.7%，1.3%、0.8%，表明供试品溶液在 12 h 内稳定性良好。

2.1.11 加样回收率试验 精密称取各成分含有量已知的艾纳香油样品 6 份（1 号样品），每份样品分别精密加入 4.0 mL 混合对照品溶液（β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑、α-石竹烯和龙脑质量浓度分别为 0.344、0.429、1.83、0.695、5.27 mg/mL），按“2.1.5”项下方法制备供试品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下进样，计算回收率，结果见表 2。

2.2 一测多评法的耐用性

2.2.1 重复性考察 精密吸取上述 5 种成分混合对照品系列对照品溶液，在“2.1.1”项色谱条件下进样，记录各对照品与内参物峰面积，计算各成分的相对校正因子，测得 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑、α-石竹烯的相对校正因子分别为 0.519、0.586、0.409、0.627，RSD 分别为 2.6%、3.1%、2.9%、4.1%，表明相对校正因子的重复性良好。

2.2.2 不同仪器对相对校正因子的影响 采用 PEG-20M（30 m×0.32 mm，1.0 μm）石英毛细管柱，分别考察了岛津 GC-2014C 气相色谱仪和 Agilent 6890 N 气相色谱系统对艾纳香油中几种成分相对校正因子的影响。测得 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑和 α-石竹烯相对校正因子 RSD 分别为 3.3%、3.8%、4.7%、3.8%，表明不同气相色谱系统对各成分相对校正因子无显著影响。

表 2 各成分加样回收率试验结果 (n=6)

Tab. 2 Results of recovery tests for various constituents (n=6)

成分	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/%
β-蒎烯	0.101 5	1.329	1.376	2.654	96.3	97.4	0.9
	0.100 8	1.320	1.376	2.673	98.3		
	0.102 5	1.343	1.376	2.683	97.4		
	0.105 2	1.378	1.376	2.711	96.9		
	0.104 9	1.373	1.376	2.709	97.1		
	0.108 2	1.417	1.376	2.772	98.5		
β-石竹烯	0.101 5	1.685	1.716	3.382	98.9	99.0	1.3
	0.100 8	1.673	1.716	3.339	97.1		
	0.102 5	1.702	1.716	3.399	98.9		
	0.105 2	1.746	1.716	3.433	98.3		
	0.104 9	1.741	1.716	3.450	99.6		
	0.108 2	1.796	1.716	3.527	100.9		
樟脑	0.101 5	7.257	7.310	14.50	99.1	98.9	0.9
	0.100 8	7.207	7.310	14.43	98.9		
	0.102 5	7.329	7.310	14.54	98.1		
	0.105 2	7.522	7.310	14.73	98.6		
	0.104 9	7.500	7.310	14.66	97.9		
	0.108 2	7.736	7.310	15.08	100.5		
α-石竹烯	0.101 5	2.730	2.780	5.459	98.2	97.6	0.9
	0.100 8	2.712	2.780	5.411	97.1		
	0.102 5	2.757	2.780	5.451	96.9		
	0.105 2	2.829	2.780	5.531	97.2		
	0.104 9	2.822	2.780	5.516	96.9		
	0.108 2	2.911	2.780	5.646	99.1		
龙脑	0.101 5	23.59	21.08	44.42	98.8	99.7	1.0
	0.100 8	23.42	21.08	44.31	99.1		
	0.102 5	23.82	21.08	45.03	100.6		
	0.105 2	24.45	21.08	45.17	98.3		
	0.104 9	24.38	21.08	45.52	100.3		
	0.108 2	25.14	21.08	46.39	100.8		

2.2.3 不同色谱柱对相对校正因子的影响 采用岛津 GC-2014C 气相色谱系统, 分别考察了 KB-Wax 气相色谱毛细管柱 (30 m×0.32 mm, 1.0 μm)、中科院兰州物化所 PEG-20 M (30 m×0.32 mm, 1.0 μm)、大连中汇达 PEG-20M (30 m×0.32 mm, 1.0 μm) 3 种不同色谱柱对相对校正因子的影响, 测得 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑和 α-石竹烯相对校正因子的 RSD 分别为 3.1%、2.6%、3.3%、2.9%, 表明色谱柱对各成分相对校正因子无显著影响。

2.2.4 色谱峰定位 为了能够确认 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑和 α-石竹烯色谱峰的位置, 通过相对校正因子计算含有量, 从而达到一测多评的目的。本实验分别考察了采用不同仪器和色谱柱时, 4 种成分相对于内参物龙脑色谱峰的相对保留时间。结果表明, 各成分相对保留时间在不同仪器和色谱柱条件下变化较小, 结果见表 3。

2.3 一测多评法与内标法结果比较 采用一测多

评法对 6 批艾纳香油中 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑和 α-石竹烯 4 种成分进行含有量测定, 结果见表 4, 采用 SPSS 19.0 统计软件对内标法与一测多评法的 2 组检测结果进行成组 *t* 检验, 结果 2 种方法测定结果无显著性差异, 表明一测多评法可用于艾纳香油中 5 种成分的含有量测定。

3 讨论

一测多评法是在多指标质量评价时, 选择药材中某一廉价、易得和有效组分为内标, 建立该组分与其他组分之间的相对校正因子, 以计算其他组分含有量。艾纳香油中龙脑含有量最高, 可获得性较好, 价格适中, 且稳定性较好, 故选择龙脑作为内参照物, 建立其与 β-蒎烯、β-石竹烯、樟脑和 α-石竹烯的相对校正因子, 采用一测多评法同时检测艾纳香油中 5 种活性成分含有量, 实现了低成本对多种成分的同步测定。方法学考察结果表明, 方法的重复性和准确度良好, 在对照品缺乏的前提下, 一测多评法可以作为一种快捷、准确的方法应用于

表 3 不同仪器和色谱柱上保留时间
Tab.3 Retention time on different instruments and columns

仪器	色谱柱	t_R/min			
		β -蒎烯	β -石竹烯	樟脑	α -石竹烯
岛津 GC-2014C	大连中汇达 PEG-20M	0.149	0.486	0.659	0.851
	兰州物化所 PEG-20M	0.132	0.499	0.642	0.833
	KB-Wax	0.138	0.472	0.665	0.849
Agilent 6890 N	大连中汇达 PEG-20M	0.142	0.476	0.651	0.866
	兰州物化所 PEG-20M	0.142	0.481	0.633	0.879
	KB-Wax	0.139	0.502	0.665	0.858
平均值		0.140	0.486	0.653	0.856
RSD/%		4.0	2.5	2.0	1.8

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)

批号	龙脑	β -蒎烯		β -石竹烯		樟脑		α -石竹烯	
		内标法	一测多评法	内标法	一测多评法	内标法	一测多评法	内标法	一测多评法
1	235.6	20.5	22.4	23.4	24.8	91.6	93.0	18.3	20.0
2	202.4	13.9	14.9	25.0	27.0	51.3	52.3	16.8	17.9
3	228.9	16.8	18.0	17.2	18.4	109	111	22.8	24.6
4	218.4	10.9	12.8	17.3	18.2	62.6	65.1	38.4	39.9
5	221.6	27.2	28.8	10.1	10.0	80.9	83.3	13.4	15.0
6	240.5	15.0	16.7	35.1	36.8	50.7	52.8	29.2	31.3

艾纳香油的质量控制。

在一测多评法建立的过程中，有多种因素会影响相对校正因子，本研究中考察了不同型号气相色谱仪及不同色谱柱对相对校正因子的影响，测得 β -蒎烯、 β -石竹烯、樟脑和 α -石竹烯在各色谱条件下相对校正因子的 RSD 均小于 5%，并且 5 种成分出峰顺序均不受色谱系统的影响，符合一测多评法建立的技术指南中的要求^[10]，不同色谱仪及色谱柱对相对校正因子无显著影响。在色谱峰定位时，采用相对保留时间作为色谱峰定位参数。在不同色谱条件下，相对保留时间的重现性良好，其 RSD 均小于 5%，从而验证了一测多评法在艾纳香油质量控制中的可行性与技术适应性。

参考文献:

[1] 袁 媛, 庞玉新, 王文全, 等. 艾纳香属系统分类研究进展 [J]. 热带农业科学, 2011, 31(3): 81-86.

[2] 江苏新医学院编. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1977: 223.

[3] 周 欣, 杨小生, 赵 超. 艾纳香挥发油化学成分的气相色谱-质谱分析 [J]. 分析测试学报, 2001, 20(5): 76-78.

[4] 马青松, 王 丹, 庞玉新, 等. 艾纳香油对小鼠耳肿胀的抗炎效果 [J]. 贵州农业科学, 2016, 44(4): 100-102.

[5] 范佐旺, 王 丹, 庞玉新, 等. 艾纳香油对大鼠深 II 度烫伤的治疗研究 [J]. 中医药信息, 2014, 31(6): 93-96.

[6] 王 俊, 戚建伟. 金喉健喷雾剂临床疗效观察 [J]. 山西医药杂志, 2008, 37(10): 888-889.

[7] 李小婷, 庞玉新, 王 丹, 等. 艾纳香油对紫外线诱导小鼠皮肤晒伤的保护作用 [J]. 中成药, 2017, 39(1): 26-32.

[8] 李小婷, 王 丹, 庞玉新, 等. 艾纳香油对晒伤小鼠皮肤氧化应激及 DNA 损伤的影响 [J]. 热带农业科学, 2016, 36(2): 59-63.

[9] 李同俊, 贾金燕, 伍 庆, 等. GC 法同时测定万金香气雾剂中 5 种成分 [J]. 中成药, 2016, 38(10): 2172-2175.

[10] 陈 贵, 夏稷子, 张 华, 等. GC 法同时测定艾纳香油中 3 种成分 [J]. 中成药, 2017, 39(8): 1739-1741.

[11] 罗祖良, 仇 峰, 韦日伟, 等. 相对校正因子在中药多指标测定中的应用研究进展 [J]. 中草药, 2012, 43(7): 1448-1452.

[12] 杨艳模, 缪建荣, 林 海. 一测多评法测定银杏叶提取物中 7 种黄酮类成分含量 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(8): 82-85.

[13] 王智民, 高慧敏, 付雪涛, 等. “一测多评”法中药质量评价模式方法学研究 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(23): 1925-1928.

[14] 王智民, 钱忠直, 张启伟, 等. 一测多评法建立的技术指南 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(6): 657-658.

[15] 钱正明, 孙敏甜, 艾 中, 等. 一测多评法测定冬虫夏草中 3 种核苷的含量 [J]. 中国药学杂志, 2015, 50(15): 1297-1300.

[16] 朱晶晶, 王智民, 匡艳辉, 等. 一测多评法同步测定人参与三七药材中多种人参皂苷的含量 [J]. 药学报, 2008, 43(12): 1211-1216.

[17] 蔡楚兰, 廖 勇. 一测多评法同时测定参芪二仙片中 9 种成分 [J]. 中成药, 2019, 41(3): 506-511.

[18] 贾文婷, 张媛彦, 郭 娜, 等. 一测多评法同时测定肉豆蔻-8 散中 5 种成分 [J]. 中成药, 2018, 40(6): 1307-1312.