

一测多评法比较毛橘红与光橘红 5 种黄酮类成分含量

李宇邦¹, 肖凤霞¹, 宋小欣¹, 陈周华², 林 励¹, 李海波³, 罗立莹¹

1. 广州中医药大学中药学院, 广东 广州 510006

2. 广东美华农业生物科技有限公司, 广东 化州 525144

3. 化州市正源堂化橘红实业有限公司, 广东 化州 525144

摘 要: 目的 建立一测多评法同时测定毛橘红与光橘红中 5 种黄酮类成分的含量, 并进行分析。方法 采用 HPLC 法, 以柚皮苷为内参物, 建立其与新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素和芹菜素的相对校正因子, 并利用相对校正因子计算毛橘红与光橘红样品中各成分含量。同时通过外标法计算各成分含量, 并比较 2 种方法的差异。采用 *t* 检验比较分析毛橘红与光橘红中 5 种黄酮类成分含量。结果 柚皮苷与新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素、芹菜素的校正因子分别为 0.898、1.519、0.313、0.406, RSD<3.0%。一测多评法与外标法计算得到的含量测定结果无显著差异。毛橘红与光橘红中的柚皮苷、野漆树苷、柚皮素含量存在显著差异。结论 以柚皮苷为内参物建立的相对校正因子准确、可行, 毛橘红与光橘红黄酮类成分存在很大差异, 一测多评法可用于毛橘红与光橘红的质量控制。

关键词: 一测多评法; 毛橘红; 光橘红; 柚皮苷; 新橙皮苷; 野漆树苷; 柚皮素; 芹菜素

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2018)02-0444-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2018.02.027

Comparison of content of five flavones in *Citrus grandis* “Tomentosa” and *Citrus grandis* with quantitative analysis of multi-components by single marker

LI Yu-bang¹, XIAO Feng-xia¹, SONG Xiao-xin¹, CHEN Zhou-hua², LIN Li¹, LI Hai-bo³, LUO Li-ying¹

1. School of Chinese Herbal Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China

2. Guangdong Meihua Agricultural Biological Technology Co., Ltd., Huazhou 525144, China

3. Huazhou Zhengyuantang Citrus grandis Industrial Co., Ltd., Huazhou 525144, China

Abstract: Objective To establish quantitative analysis of multi-components by single marker (QAMS) to compare five flavones in *Citrus grandis* “Tomentosa” and *C. grandis*. **Methods** Four relative correction factors (RCFs) of neohesperidin, rhoifolin, naringenin, apigenin were established in the HPLC method with the Naringin as internal standard, which were used to determine the content of four flavones in *C. grandis* “Tomentosa” and *C. grandis*. Meanwhile, external standard method (ESM) was employed to calculate the content of five flavones. The difference between ESM and QAMS were analyzed to evaluate the accuracy of QAMS. T-test was used to compare five flavones in *C. grandis* “Tomentosa” and *C. grandis*. **Results** RCFs of neohesperidin, rhoifolin, naringenin, apigenin were 0.898, 1.519, 0.313, 0.406, and repeatability was good in different experimental conditions (RSD < 3.0 %). There were no significant differences in the quantitative analysis results of two methods. Content of naringin, rhoifolin and naringenin in two species were significant different. **Conclusion** The RCFs of neohesperidin, rhoifolin, naringenin, apigenin as reference to naringin are accurate and feasible. Content of flavones in *Citrus grandis* “Tomentosa” and *C. grandis* are obvious different. QASM can be applied as a strategy for quality control of *C. grandis*.

Key words: quantitative analysis of multi-component by single marker (QAMS); *Citrus grandis* “Tomentosa”; *Citrus grandis* (L.) Osbeck; naringin; neohesperidin; rhoifolin; naringenin; apigenin

收稿日期: 2017-05-13

基金项目: 国家中医药管理局中药标准化项目 (ZYBZH-Y-GD-13)

作者简介: 李宇邦 (1991—), 男, 在读硕士, 研究方向为中药资源开发与新药研究。E-mail: 564932352@qq.com

*通信作者 肖凤霞 (1973—), 女, 硕士生导师, 教授, 研究方向为中药资源开发与新药研究。E-mail: xfx92@163.com

化橘红为芸香科植物化州柚 *Citrus grandis* ‘Tomentosa’或柚 *Citrus grandis* (L.) Osbeck 的未成熟或近成熟的干燥外层果皮,前者习称“毛橘红”,后者习称“光七爪”“光五爪”或“光橘红”,具有燥湿化痰、理气、消食的功效^[1-2]。黄酮作为化橘红的主要成分,主要有柚皮苷、野漆树苷、柚皮素、新橙皮苷、芹菜素等,其含量对化橘红的药效起重要影响^[3-4]。中药的多指标分析方法是中药质量控制研究的发展趋势^[5],近年来,有不少研究同时测定化橘红中多种成分^[6-8],发现 2 种来源的化橘红中的多种黄酮类成分存在较大差异,但《中国药典》2015 年版对于化橘红单一成分的质量评价方法并不能准确区分其优劣。且多种对照品分离纯化难度大,价格昂贵,无疑增加了实验成本。一测多评法可以通过将某一特定成分作为内参物,建立内参物与其他几种成分的相对校正因子(f),计算得到其他几种成分的含量,可以很好地解决上述问题^[9]。因此,本研究采用一测多评法,以廉价易得的柚皮苷为内参物,建立新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素和芹菜素的相对校正因子,计算出毛橘红与光橘红样品中 5 种黄酮类成分的含量,并与外标法计算结果进行比较,验证一测多评法的准确性与可靠性,为 2 种来源的化橘红药材质量控制提供科学依据。

1 仪器与试药

1.1 仪器

Waters E2695 型高效液相色谱仪 (Waters 2998 PAD 检测器,美国 Waters 公司); DIONEX ASI-100 型高效液相色谱仪 (PAD 检测器,美国戴安公司); KQ-3000B 型超声波清洗器 (郑州南北仪器设备有限公司); XS225A 型分析天平 (瑞士普利赛斯有限公司); BP211D 型分析天平 (德国赛多利斯有限公司); MILLI-Q 型超纯水仪 (德国默克密理博有限公司)。

1.2 试剂与材料

对照品柚皮苷、野漆树苷 (均为自制,采用 HPLC 峰面积归一化法计算,质量分数均大于 98%); 对照品新橙皮苷 (四川省维克奇生物科技有限公司,质量分数 $\geq 98\%$,批号 150210)、柚皮素 (质量分数 $\geq 98\%$,批号 141011)、芹菜素 (质量分数 $\geq 98\%$,批号 140426) 均购于四川省维克奇生物科技有限公司; 甲醇为色谱纯,冰醋酸为分析纯,水为超纯水。25 批化橘红购自广东、广西等地,经广州中医药大学中药学院林励研究员鉴定为芸香科植物化州柚 *Citrus grandis* ‘Tomentosa’或柚 *Citrus*

grandis (L.) Osbeck 的未成熟或近成熟的干燥外层果皮,详细来源见表 1。

表 1 25 批化橘红的来源信息

Table 1 Sources information of 25 batches of *C. grandis* samples

编号	产地	品种来源	编号	产地	品种来源
M1	广东化州	化州柚	G1	广西玉林	柚
M2	广东化州	化州柚	G2	广西玉林	柚
M3	广东化州	化州柚	G3	广西玉林	柚
M4	广东化州	化州柚	G4	广西玉林	柚
M5	广东化州	化州柚	G5	广西玉林	柚
M6	广东化州	化州柚	G6	广西玉林	柚
M7	广东化州	化州柚	G7	广西玉林	柚
M8	广东化州	化州柚	G8	广西陆川	柚
M9	广东化州	化州柚	G9	广西陆川	柚
M10	广东化州	化州柚	G10	广西博白	柚
M11	广东化州	化州柚	G11	广西博白	柚
M12	广东化州	化州柚	G12	湖南	柚
M13	广东化州	化州柚			

2 方法与结果

2.1 一测多评方法学考察

2.1.1 色谱条件 色谱柱为 Thermo Bos Hypersil C₁₈ (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μ m), 流动相为甲醇 (A)-冰醋酸-水 (4:61)(B); 梯度洗脱: 0~35 min, 25%~55% A; 体积流量 1.0 mL/min; 检测波长 283 nm; 柱温 35 $^{\circ}$ C; 进样量 10 μ L。色谱图见图 1。

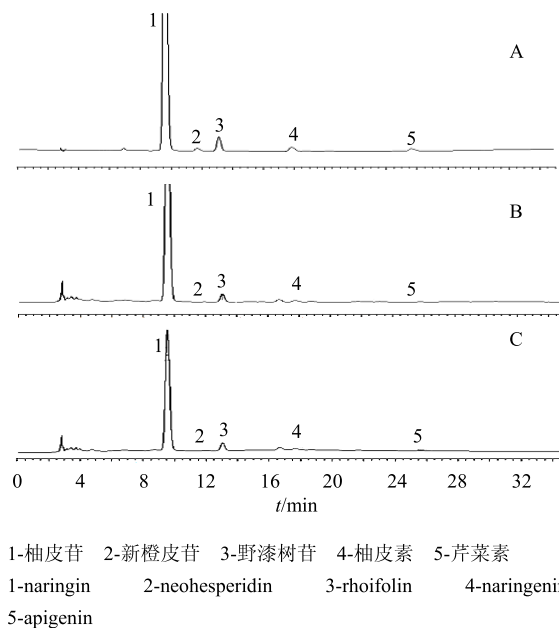


图 1 混合对照品 (A)、毛橘红 (B) 和光橘红 (C) 的 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC results of mixed references (A), *C. grandis* ‘Tomentosa’ (B), and *C. grandis* (C)

2.1.2 对照品溶液的制备 分别称取柚皮苷、新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素、芹菜素对照品适量，精密称定，甲醇定容，摇匀，配制成质量浓度分别为 1.500、0.001、0.079、0.010、0.001 mg/mL 的混合溶液，即得混合对照品溶液。

2.1.3 供试品溶液的制备^[6] 取化橘红粉末（过 3 号筛）约 0.5 g，精密称定，置于具塞锥形瓶中，加入 50 mL 石油醚，超声处理（功率 500 W，频率 40 kHz）30 min，取出，滤过，弃去滤液，充分挥干样

品中残存的石油醚，精密加入甲醇 50 mL，称定质量，超声处理 30 min，取出，放凉，称定质量，用甲醇补足减失的质量，摇匀，放置，0.45 μm 微孔滤膜滤过，取续滤液，即得供试品溶液。

2.1.4 线性关系考察 精密吸取混合对照品溶液 0.5、1、2、4、8、16、20 μL，按照“2.1.1”项下条件进样，测定峰面积，以进样量（ X ）为横坐标，峰面积（ Y ）为纵坐标，进行线性回归处理，得到回归方程，见表 2。

表 2 5 种黄酮类成分的线性回归方程

Table 2 Linear regression equations of five kinds of flavones

指标成分	回归方程	线性范围/μg	r
柚皮苷	$Y=1\ 688\ 883.889 X+225\ 570.798$	0.750 0~30.000 0	0.999 9
新橙皮苷	$Y=1\ 892\ 037.847 X+112.436$	0.000 5~0.020 0	0.999 9
野漆树苷	$Y=1\ 111\ 832.666 X+6\ 564.114$	0.039 5~1.580 0	0.999 9
柚皮素	$Y=5\ 438\ 000.375 X+3\ 303.830$	0.005 0~0.200 0	0.999 9
芹菜素	$Y=4\ 171\ 741.179 X+328.618$	0.000 5~0.020 0	0.999 9

2.1.5 精密度考察 精密吸取混合对照品溶液 10 μL，按照“2.1.1”项下条件重复进样 5 次，测定 5 种黄酮的峰面积，结果表明，柚皮苷、新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素、芹菜素峰面积的 RSD 值分别为 1.18%、1.80%、1.50%、0.79%、0.76%，表明仪器精密度良好。

2.1.6 稳定性试验 取化橘红粉末（M6 号样品）约 0.5 g，精密称定，按照“2.1.3”项下方法制备供试品溶液，室温放置，分别在 0、4、8、12、16、24 h 按照“2.1.1”项下色谱条件进样，测定峰面积。结果柚皮苷、新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素、芹菜素峰面积的 RSD 值分别为 0.57%、1.04%、1.58%、0.88%、1.52%，表明供试品溶液 24 h 内稳定性良好。

2.1.7 重复性试验 取化橘红粉末（M2 号样品）约 0.5 g，精密称定，平行操作 5 份，按照“2.1.3”项下方法制备供试品溶液，按照“2.1.1”项下色谱条件测定峰面积，结果柚皮苷、新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素、芹菜素峰面积的 RSD 值分别为 1.30%、1.48%、1.44%、1.37%、1.16%，表明方法重复性良好。

2.1.8 加样回收率试验 取已测定（柚皮苷 119.532 mg/g、新橙皮苷 0.105 mg/g、野漆树苷 13.192 mg/g、柚皮素 0.330 mg/g、芹菜素 0.048 mg/g）的 M6 号样品约 0.25 g，共 6 份，精密称定，分别准确加入柚皮苷、新橙皮苷、野漆树苷、

柚皮素、芹菜素对照品 30.02、0.02、3.10、0.10、0.02 mg，按照“2.1.3”项下方法制备供试品溶液，按照“2.1.1”项下条件进样，测定峰面积，计算回收率。柚皮苷、新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素、芹菜素回收率分别为 97.89%、99.82%、98.18%、97.72%、98.88%，RSD 分别为 1.56%、1.86%、0.94%、1.44%、1.49%。

2.2 f 的计算

2.2.1 原理^[10] 在一定的线性范围内，成分的量与检测器响应成正比。以中药中某一典型成分为内参物，建立其与其他待测成分间的 f ，计算公式如下：

$$f_{s/i}=f_s/f_i=(A_s \times C_i)/(A_i \times C_s)$$

A_s 为内参物对照品 s 的峰面积， C_s 为内参物对照品 s 的浓度， A_i 为某待测成分对照品 i 的峰面积， C_i 为某待测成分对照品 i 的质量浓度

按传统外标法测定内参物峰面积 A_s ，利用 f 和参照物实测值，可计算出待测成分的质量浓度，计算公式如下：

$$C_i=f_{s/i} \times A_i \times C_s/A_s$$

A_i 为供试品中待测成分 i 的峰面积， C_i 为供试品中待测成分 i 的质量浓度， A_s 为供试品中内参物 s 的峰面积， C_s 为供试品中内参物 s 的质量浓度， $f_{s/i}$ 为参照物 s 对待测成分 i 的 f

2.2.2 f 的测定 取混合对照品溶液，按“2.1.1”项下色谱条件分别进样 1、2、4、8、16、20 μL，测定峰面积，以柚皮苷为内参物，分别计算新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素、芹菜素的 f ，结果见表 3。

表 3 化橘红中 4 种成分的 f 计算结果 ($n=6$)

Table 3 f value of four kinds of flavones in *C. grandis* ($n=6$)

进样量/ μL	f 柚皮苷/新橙皮苷	f 柚皮苷/野漆树苷	f 柚皮苷/柚皮素	f 柚皮苷/芹菜素
1	0.897	1.515	0.314	0.408
2	0.899	1.517	0.317	0.398
4	0.900	1.516	0.311	0.416
8	0.900	1.524	0.310	0.402
16	0.893	1.520	0.311	0.403
20	0.896	1.523	0.312	0.407
均值	0.898	1.519	0.313	0.406
RSD/%	0.305	0.248	0.828	1.533

2.3 f 与相对保留时间重现性考察

2.3.1 f 重现性考察 取“2.1.2”项下方法制备的混合对照品,按照“2.1.1”项下的色谱条件进样。分别考察 Waters E2695 型高效液相色谱仪、DIONEX ASI-100 型高效液相色谱仪, Bos Hypersil C₁₈ 色谱柱、Kromasil C₁₈ 和 Symmetry C₁₈ 色谱柱,计算新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素、芹菜素与内参物柚皮苷的 f , 结果见表 4。各组分的 f 的 RSD $\leq 3\%$, 表明结果可靠。

表 4 不同色谱仪和色谱柱条件下测得的 f ($n=6$)

Table 4 f obtained by different instruments and chromatographic columns ($n=6$)

仪器	色谱柱	f 柚皮苷/新橙皮苷	f 柚皮苷/野漆树苷	f 柚皮苷/柚皮素	f 柚皮苷/芹菜素
Waters E2695	Bos Hypersil C ₁₈	0.898	1.519	0.313	0.406
	Kromasil C ₁₈	0.873	1.547	0.309	0.404
	Symmetry C ₁₈	0.874	1.534	0.321	0.412
DIONEX	Bos Hypersil C ₁₈	0.904	1.508	0.308	0.402
ASI-100	Kromasil C ₁₈	0.894	1.505	0.316	0.401
	Symmetry C ₁₈	0.899	1.546	0.316	0.405
均值		0.890	1.527	0.314	0.405
RSD/%		1.508	1.214	1.553	0.963

2.3.2 待测成分色谱峰的定位 取“2.1.2”项下方法制备的混合对照品溶液,按照“2.1.1”项下色谱条件进样。分别考察 Waters E2695 型高效液相色谱仪、DIONEX ASI-100 型高效液相色谱仪, Bos Hypersil C₁₈ 色谱柱、Kromasil C₁₈ 和 Symmetry C₁₈ 色谱柱,计算待测成分新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素、芹菜素与内参物柚皮苷的相对保留值,具体的结果见表 5。各待测成分的相对保留值的 RSD 均 $\leq 6\%$, 表明相对稳定,可用于色谱峰定位。

表 5 不同色谱仪和色谱柱条件下测得的相对保留值 ($n=6$)

Table 5 Relative retention time obtained by different instruments and chromatographic columns ($n=6$)

仪器	色谱柱	t 新橙皮苷/柚皮苷	t 野漆树苷/柚皮苷	t 柚皮素/柚皮苷	t 芹菜素/柚皮苷
Waters E2695	Bos Hypersil C ₁₈	1.238	1.369	1.852	2.682
	Kromasil C ₁₈	1.151	1.231	1.896	2.429
	Symmetry C ₁₈	1.166	1.244	1.914	2.447
DIONEX ASI-100	Bos Hypersil C ₁₈	1.243	1.367	1.831	2.621
	Kromasil C ₁₈	1.148	1.227	1.845	2.345
	Symmetry C ₁₈	1.158	1.269	2.035	2.670
均值		1.184	1.285	1.896	2.532
RSD/%		3.736	5.164	3.976	5.648

2.4 一测多评法与外标法测定结果比较

取样品粉末适量,按“2.1.3”项下方法制备供试品溶液,按“2.1.1”项下色谱条件测定峰面积,采用外标法对化橘红中柚皮苷、新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素、芹菜素成分进行含量测定,同时采用一测多评法建立的内参物柚皮苷与新橙皮苷、野漆树苷、柚皮素、芹菜素的 f 对其含量进行计算,结果见表 6。比较一测多评法与外标法计算的含量的相对误差,并利用 SPSS 19.0 统计软件进行 t 检验,结果显示相关系数大于

0.999 9, 表明 2 种方法计算结果无显著性差异。

由表 6 可知,柚皮苷含量均大于 3.5%,符合《中国药典》2015 年版规定。对表中外标法计算所得的毛橘红与光橘红 5 种黄酮类成分含量比较,分别使用 SPSS 19.0 进行独立 t 检验,对给定显著性水平 $\alpha=0.05$,分析结果表明毛橘红与光橘红中,柚皮苷、野漆树苷、柚皮素量均存在显著差异 ($P<0.05$)。

3 讨论

一测多评法能够在对照品短缺的条件下,以中

表 6 一测多评法与外标法测得化橘红中 5 种黄酮的含量 ($n=3$)
Table 6 Contents of five flavones determined by QAMS and ESM ($n=3$)

样品	柚皮苷	新橙皮苷/%			野漆树苷/%			柚皮素/%			芹菜素/%		
		一测多评	外标	RSD/%	一测多评	外标	RSD/%	一测多评	外标	RSD/%	一测多评	外标	RSD/%
M1	169.989	0.157	0.156	0.041	14.325	14.398	0.362	0.576	0.571	0.649	0.090	0.089	0.172
M2	171.711	0.104	0.104	0.182	11.124	11.167	0.272	0.579	0.574	0.651	0.054	0.054	0.583
M3	110.907	0.130	0.131	0.251	6.844	6.882	0.392	0.406	0.402	0.616	0.057	0.057	0.182
M4	219.468	0.070	0.069	0.522	5.617	5.598	0.237	0.686	0.680	0.675	0.073	0.072	0.464
M5	90.755	0.039	0.039	0.286	10.785	10.913	0.834	0.320	0.317	0.676	0.045	0.045	0.215
M6	120.325	0.101	0.101	0.081	13.427	13.544	0.611	0.341	0.337	0.896	0.047	0.047	0.465
M7	274.573	0.148	0.148	0.305	12.110	12.121	0.061	1.034	1.026	0.565	0.094	0.094	0.390
M8	184.092	0.163	0.163	0.081	11.271	11.308	0.234	1.167	1.162	0.318	0.086	0.085	0.252
M9	134.107	—	—	—	3.659	3.643	0.312	0.826	0.823	0.247	—	—	—
M10	116.570	0.053	0.053	0.262	5.934	5.955	0.250	0.336	0.332	0.887	0.050	0.050	0.369
M11	90.658	0.140	0.141	0.495	13.773	13.953	0.918	0.464	0.462	0.258	0.096	0.097	0.441
M12	99.244	0.050	0.050	0.145	6.693	6.740	0.495	0.103	0.097	3.721	0.064	0.064	0.047
M13	137.722	0.070	0.070	0.223	5.924	5.932	0.103	0.382	0.377	0.878	0.043	0.043	0.697
G1	64.506	0.124	0.126	0.946	1.674	1.656	0.772	1.087	1.099	0.762	0.119	0.121	1.042
G2	65.559	0.070	0.071	0.661	0.908	0.871	2.960	0.185	0.182	1.193	—	—	—
G3	73.865	0.059	0.059	0.362	5.615	5.675	0.758	0.104	0.099	3.254	—	—	—
G4	52.015	—	—	—	4.006	4.068	1.087	0.087	0.083	3.462	—	—	—
G5	77.499	0.047	0.047	0.110	2.768	2.765	0.073	0.088	0.084	4.095	0.024	0.024	1.065
G6	89.778	—	—	—	3.288	3.287	0.031	0.262	0.258	0.968	0.024	0.023	1.313
G7	90.714	0.091	0.092	0.334	1.113	1.073	2.570	0.241	0.237	1.124	0.056	0.056	0.030
G8	53.402	0.070	0.071	1.042	1.701	1.692	0.372	0.169	0.167	1.027	0.085	0.087	1.212
G9	115.429	0.104	0.104	0.129	0.917	0.871	3.680	0.309	0.304	0.991	0.012	0.011	4.076
G10	37.365	0.048	0.049	1.636	0.942	0.923	1.470	0.105	0.103	1.704	—	—	—
G11	104.501	0.104	0.104	0.230	1.485	1.449	1.768	0.176	0.171	1.965	0.060	0.060	0.067
G12	57.317	0.141	0.143	1.197	8.673	8.852	1.445	0.311	0.311	0.003	0.075	0.076	0.984

“—” 未检测到

“—” not detected

药的一种成分为内参物, 实现多指标含量测定, 在《中国药典》2010 年版(一部)中, 首次被应用于“黄连”项中 5 个生物碱成分的含量测定。近年来也出现不少研究, 把一测多评法应用于黄酮类成分的含量测定^[11-12]。这种方法更符合多指标分析的中药质量评价趋势, 有望成为适合中药特点的多指标质量评价新模式^[13]。

本实验采用 HPLC 法同时测定化橘红中 5 种黄酮类成分含量, 实验结果表明, 毛橘红与光橘红中黄酮类成分存在较大差异, 其中毛橘红远优于光橘红, 与文献报道相符^[14]。目前《中国药典》2015 年版以单一成分作为评价指标的方法, 并不能准确反

映 2 种来源的化橘红的质量差异。多指标分析往往存在所需对照品的种类多、价格昂贵等缺点。本研究建立一测多评法同时测定化橘红中 5 种黄酮类成分含量, 对一测多评法的可行性进行了探讨分析, 结果表明该方法计算结果与外标法所得结果无显著差异, 简便、可靠, 能够高效准确地得出化橘红中多种黄酮类成分含量, 降低科研成本, 有望能广泛应用于化橘红的质量控制中。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [2] 林 励, 陈志霞, 袁旭江, 等. 两种化橘红的质量鉴别 [J]. 广州中医药大学学报, 2004, 21(4): 308-312.

- [3] Gao S, Li P B, Yang H L, *et al.* Antitussive effect of naringin on experimentally induced cough in guinea pigs [J]. *Planta Med*, 2010, 77(1): 16-21.
- [4] 陈南迪, 方妙玉, 于超凡, 等. 毛橘红总黄酮指纹图谱与其抗氧化活性的谱效关系研究 [J]. 广州中医药大学学报, 2012, 29(6): 702-706.
- [5] 林建云, 易延遼, 蔡光先, 等. 中药多指标质量控制体系的研究分析 [J]. 辽宁中医杂志, 2013, 40(8): 1674-1676.
- [6] 刘晓涵, 陈永刚, 林 励, 等. 化橘红中柚皮苷和野漆树苷含量同时测定方法的建立 [J]. 中药新药与临床药理, 2010, 12(6): 640-642.
- [7] 邓少东, 王莲婧, 林 励, 等. UPLC 法测定酸水解前后化橘红中 4 种黄酮类成分的含量 [J]. 中华中医药杂志, 2012, 27(4): 924-928.
- [8] 李吉华. 化橘红中柚皮苷、柚皮芸香苷、野漆树苷和柚皮素的 HPLC 测定 [J]. 山东中医杂志, 2012, 31(4): 277-278.
- [9] 陆兔林, 石上梅, 蔡宝昌, 等. 基于一测多评的中药多成分定量研究进展 [J]. 中草药, 2012, 43(12): 2525-2529.
- [10] 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.
- [11] 袁旭江, 李春阳, 张 平. 一测多评法测定鸡骨草叶中 3 种黄酮碳苷含量 [J]. 中药新药与临床药理, 2014, 25(4): 493-518.
- [12] 万 青, 涂楚月, 熊 慧, 等. 一测多评法测定藏药金腰草中 4 种黄酮类化学成分的含量 [J]. 药物分析杂志, 2016, 36(6): 1053-1058.
- [13] 吴文杰, 邓 阳, 谭桂林, 等. 一测多评法测定葛根药材中 5 种异黄酮类成分 [J]. 中草药, 2017, 48(4): 777-781.
- [14] 林 励, 李向明, 万建义, 等. 化橘红药材质量评价、监测与应用研究 [J]. 中国现代中药, 2010, 12(8): 21-26.