

一测多评法同时测定木瓜中5种五环三萜类成分的含量^Δ

张亭亭^{1,2*}, 胡浩宁², 李平媛², 黄永梅², 汪璠植^{2#}, 唐海明³, 尹永红²(1. 三峡大学健康医学院, 湖北宜昌 443002; 2. 三峡大学生物与制药学院, 湖北宜昌 443002; 3. 湖北恒安芙林药业股份有限公司, 湖北宜昌 443103)

中图分类号 R917 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2022)20-2477-05
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2022.20.09



摘要 目的 建立同时测定木瓜中3-*O*-乙酰坡模醇酸等5种五环三萜类成分含量的方法,并分析不同产地、不同炮制工艺木瓜的含量差异。方法 以高效液相色谱法为检测手段,色谱柱为COSMOSIL 5 C₁₈-MS-II,流动相为乙腈-0.005 mol/L磷酸氢二铵溶液(用磷酸调pH至6.5)(70:30, V/V),流速为1.0 mL/min,柱温为30 °C,检测波长为210 nm,进样量为20 μL。以齐墩果酸为内参物,结合一测多评法,对3-*O*-乙酰坡模醇酸等4种五环三萜类成分含量进行测定,并与外标法进行比较;同时,对不同产地、不同炮制加工工艺木瓜中齐墩果酸与熊果酸的总含量和5种成分的总含量进行比较。结果 3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、齐墩果酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸检测质量浓度的线性范围分别为4.06~81.2、2.12~42.4、9.62~192.3、7.77~155.4、4.21~84.1 μg/mL($R^2 > 0.999$);精密性、重复性、稳定性(24 h)试验的RSD均小于3%;平均加样回收率为98.29%~101.38%(RSD < 3%, $n=6$)。一测多评法测得3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸的含量分别为0.023%~0.060%、0.044%~0.528%、0.101%~0.368%、0.067%~0.221%,与外标法所测结果的相对偏差均小于8%。同一产地鲜切工艺加工木瓜中齐墩果酸与熊果酸的总含量和5种成分的总含量均高于传统工艺加工木瓜,且重庆黔江产木瓜中5种成分的总含量显著高于其他产地($P < 0.05$)。结论 建立了同时测定木瓜中3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、齐墩果酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸含量的一测多评法,该方法简便、快速、准确。重庆黔江产木瓜中5种成分的总含量较高,且同一产地鲜切工艺加工木瓜总含量高于传统工艺加工木瓜。

关键词 木瓜;五环三萜类成分;一测多评法;含量测定

Simultaneous determination of 5 kinds of pentacyclic triterpenoids in *Chaenomeles speciosa* by quantitative analysis of multi-components by single-marker

ZHANG Tingting^{1,2}, HU Haoning², LI Pingyuan², HUANG Yongmei², WANG Junzhi², TANG Haiming³, YIN Yonghong² (1. College of Health Medicine, China Three Gorges University, Hubei Yichang 443002, China; 2. College of Biological & Pharmaceutical Science, China Three Gorges University, Hubei Yichang 443002, China; 3. Hubei Heng'an Fulin Pharmaceutical Co., Ltd., Hubei Yichang 443103, China)

ABSTRACT **OBJECTIVE** To establish a method for simultaneous determination of 5 kinds of pentacyclic triterpenoids as 3-*O*-acetyl-pomolic acid in *Chaenomeles speciosa*, and to analyze the difference in the contents of *C. speciosa* from different producing areas by different processing technologies. **METHODS** HPLC method was adopted. The determination was performed on COSMOSIL 5 C₁₈-MS-II column with mobile phase consisted of acetonitrile-0.005 mol/L ammonium dihydrogen phosphate solution (pH value adjusted to 6.5 with phosphoric acid)(70:30, V/V) at the flow rate of 1.0 mL/min. The column temperature was set at 30 °C. The detection wavelength was set at 210 nm, and sample size was 20 μL. The contents of the other four pentacyclic triterpenoids were calculated according to quantitative analysis of multi-components by single-marker (QAMS) using oleanolic acid as internal reference. The results were compared with those determined by external standard method. The total content of oleanolic acid and ursolic acid, the total content of 5 components in *C. speciosa* from different producing areas and different processing technologies were compared. **RESULTS** The linear range of 3-*O*-acetyl-pomolic acid, betulinic acid, oleanolic acid, ursolic acid and 3-*O*-acetyl ursolic acid were 4.06-81.2, 2.12-42.4, 9.62-192.3, 7.77-155.4, 4.21-84.1 μg/mL, respectively ($R^2 > 0.999$). RSDs of precision, reproducibility and stability (24 h) tests were all lower than 3%. The average recoveries were 98.29%-101.38% (RSDs < 3%, $n=6$). The mass fraction of 3-*O*-acetyl-pomolic acid, betulinic acid, ursolic acid and 3-*O*-acetyl ursolic acid measured by QAMS were 0.023%-0.060%, 0.044%-0.528%, 0.101%-0.368%, 0.067%-0.221%, respectively; the deviations from

the results measured by external standard method were all within 8%. The total content of oleanolic acid and ursolic acid, the total content of 5 components in *C. speciosa* processed by fresh-cut technology from the same producing area were higher than those in *C. speciosa* processed by

^Δ基金项目 湖北省科技重大专项课题(No.2020ACA007)

*第一作者 主管药师, 硕士。研究方向: 中药质量控制。电话: 0717-6552842。E-mail: 1501401125@qq.com

#通信作者 教授, 博士。研究方向: 三峡地区特色中药民族药质量控制、作用机制与开发利用。E-mail: horsedog@163.com

traditional technology, and the total content of 5 components in *C. speciosa* from Chongqing Qianjiang were significantly higher than those from other producing areas ($P < 0.05$). **CONCLUSIONS** QAMS method is established for the simultaneous determination of 3-*O*-acetyl-pomolic acid, betulinic acid, oleanolic acid, ursolic acid and 3-*O*-acetyl ursolic acid in *C. speciosa*. Established method is simple, rapid and accurate. The total content of 5 components in *C. speciosa* produced in Chongqing Qianjiang is higher, and the total content of *C. speciosa* processed by fresh-cut technology from the same origin is higher than *C. speciosa* processed by traditional technology.

KEYWORDS *Chaenomeles speciosa*; pentacyclic triterpenoids; quantitative analysis of multi-components by single-marker; content determination

木瓜为蔷薇科植物贴梗海棠 *Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai 的干燥近成熟果实, 又名皱皮木瓜、铁脚梨, 具有舒筋活络、和胃化湿之功效, 可用于治疗湿痹拘挛、腰膝关节重疼痛、暑湿吐泻、转筋挛痛、脚气水肿, 有“杏一益, 梨二益, 木瓜百益”之说^[1]。木瓜主要含有黄酮类、有机酸类、三萜类、皂苷类、糖类、鞣质等成分, 其中五环三萜类成分为其活性成分, 包括齐墩果酸、熊果酸、3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、3-*O*-乙酰熊果酸等成分, 具有抗炎、保肝、抗肿瘤、抗病毒、抑菌、保护胃黏膜和降血脂等作用^[2-3]。木瓜现收载于2020年版《中国药典》(一部), 仅以齐墩果酸和熊果酸为指标成分进行质量控制^[4]。

一测多评 (quantitative analysis of multi-components by single-marker, QAMS) 法是一种利用中药有效成分的内在函数及比例关系来实现多指标质量控制的含量测定方法^[5], 已被广泛用于中药材及其复方制剂的质量控制领域^[6-7]。虽然已有学者采用 QAMS 法, 以齐墩果酸为内参物, 但仅同时测定了木瓜中齐墩果酸、熊果酸的含量^[8]。由于木瓜中五环三萜类成分复杂, 仅对少数几个成分进行检测, 无法充分反映药材的整体质量, 且其中一些五环三萜类成分的对照品难以获得、价格昂贵, 因此本研究拟采用 QAMS 法同时测定木瓜中 3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、齐墩果酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸 5 种五环三萜类成分的含量, 旨在为木瓜药材的质量控制提供依据。

1 材料

1.1 主要仪器

本研究所用主要仪器有 DIONEX Ultimate 3000 型高效液相色谱 (HPLC) 仪 (美国 Thermo Fisher Scientific 公司)、GZX-9240MBE 型鼓风干燥箱 (上海博讯实业有限公司医疗设备厂)、FA2004 型十万分之一分析天平 (上海越平科学仪器有限公司)、KQ-400DB 型数控超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司) 等。

1.2 药品与试剂

齐墩果酸对照品 (批号 B20954)、熊果酸对照品 (批号 B21403) 均购自上海源叶生物科技有限公司, 纯度均不低于 98%; 白桦脂酸对照品 (批号 Wkq18030810)、3-*O*-乙酰熊果酸对照品 (批号 Wkq17112306) 均购自四川

省维克奇生物科技有限公司, 纯度均不低于 98%; 3-*O*-乙酰坡模醇酸对照品由三峡大学天然产物研究与利用湖北省重点实验室制备, 经 HPLC 面积归一化法检测其纯度 $\geq 98\%$; 甲醇、乙腈均为色谱纯, 其余试剂均为分析纯, 水为超纯水。

木瓜药材采自湖北长阳、浙江淳安、安徽宣城、重庆黔江 4 个产地, 经三峡大学生物与制药学院陈发菊教授鉴定为蔷薇科木瓜属植物贴梗海棠 *C. speciosa* (Sweet) Nakai 的干燥近成熟果实。将同一产地样品分为两部分, 一部分用鲜切工艺进行炮制 (将木瓜对半纵剖, 然后切薄片, 于 80 °C 烘干); 另一部分用传统工艺进行炮制 (将木瓜对半纵剖, 晒干, 经润透或蒸透后切薄片, 于 80 °C 烘干), 共得到 8 批木瓜样品, 其具体来源信息见表 1。

表 1 木瓜药材样品的来源信息

| 编号 | 炮制加工工艺 | 产地 | 采收时间 |
|----|--------|------|---------|
| S1 | 鲜切 | 湖北长阳 | 2020年8月 |
| S2 | 传统 | | |
| S3 | 鲜切 | 浙江淳安 | 2020年9月 |
| S4 | 传统 | | |
| S5 | 鲜切 | 安徽宣城 | 2020年7月 |
| S6 | 传统 | | |
| S7 | 鲜切 | 重庆黔江 | 2020年8月 |
| S8 | 传统 | | |

2 方法与结果

2.1 色谱条件

以 COSMOSIL 5 C₁₈-MS- II (250 mm × 4.6 mm, 5 μm) 为色谱柱, 以乙腈-0.005 mol/L 磷酸氢二铵溶液 (用磷酸调 pH 至 6.5) (70:30, V/V) 为流动相; 流速为 1.0 mL/min; 柱温为 30 °C; 检测波长为 210 nm; 进样量为 20 μL。

2.2 溶液的制备

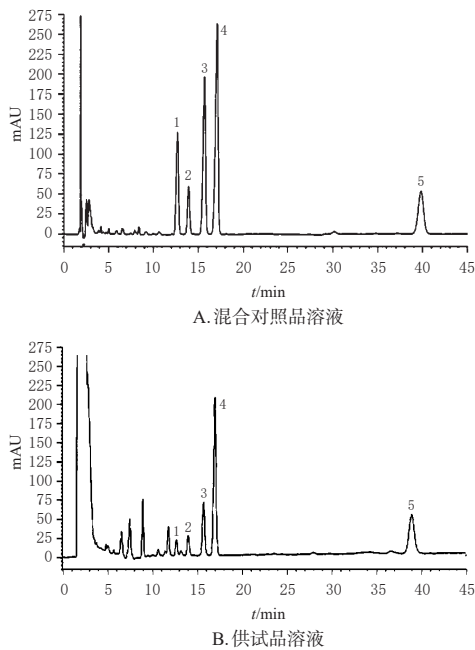
2.2.1 混合对照品溶液 分别取 3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、齐墩果酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸对照品约 8、4、19、16、8 mg, 精密称定, 置于 10 mL 量瓶中, 加甲醇溶解并稀释至刻度, 得混合对照品贮备液; 精密量取该贮备液 1 mL, 加甲醇适量, 制得上述各成分质量浓度分别为 81.2、42.4、192.3、155.4、84.1 μg/mL 的混合对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液 取药材样品粉末约 1.0 g, 精密称

定,置于具塞锥形瓶中,精密加入甲醇30 mL,密塞,称定质量,超声(功率250 W,频率40 kHz)处理30 min,放冷,再次称定质量,用甲醇补足减失的质量,摇匀,滤过,取续滤液,即得。

2.3 系统适用性试验

取上述混合对照品溶液、供试品溶液(编号S1)、空白对照溶液(甲醇),按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录色谱图,详见图1(空白对照溶液图略)。由图1可知,3-*O*-乙酰坡模醇酸等5种成分分离效果较好,分离度均大于1.5,空白对照溶液对测定无干扰。



1:3-*O*-乙酰坡模醇酸;2:白桦脂酸;3:齐墩果酸;4:熊果酸;5:3-*O*-乙酰熊果酸

图1 3-*O*-乙酰坡模醇酸等成分混合对照品溶液、供试品溶液的HPLC图

2.4 线性关系考察

取“2.2.1”项下混合对照品溶液适量,分别用甲醇稀释1、5、10、15、20倍,得系列线性溶液。取上述各线性溶液及混合对照品溶液,按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。以待测成分质量浓度为横坐标(*X*)、峰面积为纵坐标(*Y*)进行线性回归,具体结果见表2。

表2 3-*O*-乙酰坡模醇酸等成分的回归方程和线性范围

| 待测成分 | 回归方程 | R^2 | 线性范围/($\mu\text{g/mL}$) |
|---------------------|--------------------|---------|---------------------------|
| 3- <i>O</i> -乙酰坡模醇酸 | $Y=157.610X+0.049$ | 0.999 9 | 4.06~81.2 |
| 白桦脂酸 | $Y=126.630X+0.006$ | 0.999 5 | 2.12~42.4 |
| 齐墩果酸 | $Y=200.510X+0.293$ | 0.999 9 | 9.62~192.3 |
| 熊果酸 | $Y=163.810X+0.032$ | 0.999 7 | 7.77~155.4 |
| 3- <i>O</i> -乙酰熊果酸 | $Y=148.150X-0.092$ | 0.999 8 | 4.21~84.1 |

2.5 精密度试验

精密吸取“2.2.2”项下供试品溶液(编号S1),按“2.1”项下色谱条件连续进样6次,记录峰面积。结果显示,3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、齐墩果酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸峰面积的RSD分别为2.65%、2.90%、

1.00%、1.85%、0.49%($n=6$),表明方法精密度良好。

2.6 稳定性试验

取“2.2.2”项下供试品溶液(编号S1),分别于室温下放置0、2、4、6、8、10、12、24 h时按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果显示,3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、齐墩果酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸峰面积的RSD分别为0.35%、2.71%、1.66%、0.90%、1.09%($n=8$),表明供试品溶液于室温下放置24 h内稳定性良好。

2.7 重复性试验

精密称取木瓜药材样品(编号S1)粉末1.0 g,共6份,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积并按外标法计算样品含量。结果显示,3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、齐墩果酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸含量的RSD分别为1.97%、2.86%、2.19%、0.94%、2.14%($n=6$),表明方法重复性良好。

2.8 加样回收率试验

精密称取已知含量的木瓜药材样品(编号S1)粉末50 mg,共6份,分别加入一定量的混合对照品溶液,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积并计算加样回收率。结果显示,3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、齐墩果酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸的平均加样回收率分别为100.47%、100.16%、98.29%、101.38%、98.40%,RSD分别为0.90%、2.07%、0.41%、1.67%、1.56%($n=6$)。

2.9 QAMS法相对校正因子的确定

2.9.1 相对校正因子的计算 取“2.2.1”项下混合对照品溶液,按“2.1”项下色谱条件分别进样1、2、5、10、20 μL ,以齐墩果酸(含量较高且对照品易得)为内参物,按下式计算齐墩果酸相对于其他成分的相对校正因子(f_{si}): $f_{si}=(A_s/C_s)/(A_i/C_i)$ (式中, A_s 为内参物峰面积, C_s 为内参物质量浓度, A_i 为待测成分色谱峰峰面积, C_i 为待测成分质量浓度^[5])。结果显示,3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸的平均相对校正因子分别为1.281、1.641、1.261、1.408,RSD分别为2.090%、2.280%、1.250%、1.040%($n=5$),表明各成分相对校正因子的准确性较好。

2.9.2 耐用性考察 取“2.2.1”项下混合对照品溶液,按“2.1”项下色谱条件进样,记录峰面积,考察不同色谱仪(DIONEX Ultimate 3000型HPLC仪、岛津LC-20A型HPLC仪)、色谱柱[Ultimate XB C_{18} 、Cosmosil C_{18} -MS-II、SPOLAR C_{18} (规格均为250 mm \times 4.6 mm,5 μm)]对相对校正因子的影响。结果显示,3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸的平均相对校正因子分别为1.286、1.630、1.252、1.413,RSD均小于3%($n=5$),表明不同色谱仪及色谱柱对3-*O*-乙酰坡模醇酸等4种成分的相对校正因子无明显影响,该方法耐用性良好。

2.9.3 相对校正因子的确定 根据“2.9.2”项下结果,最终确定3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸的相对校正因子分别为1.286、1.630、1.252、1.413。

2.9.4 色谱峰的定位 取“2.2.1”项下混合对照品溶液,按“2.1”项下色谱条件进样测定,分别考察不同色谱仪(DIONEX Ultimate 3000型HPLC仪、岛津LC-20A型HPLC仪)、色谱柱[Ultimate XB C₁₈、Cosmosil C₁₈-MS-II、SPOLAR C₁₈(规格均为250 mm×4.6 mm,5 μm)]对相对保留时间的影响。结果显示,3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸相对保留时间的RSD均小于5%(*n*=5),表明相对保留时间法可用于3-*O*-乙酰坡模醇酸等成分的初步定位。

2.10 样品含量测定

取8批木瓜药材样品,按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液,再按“2.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积,分别按外标法、QAMS法(以齐墩果酸为内参物)计算样品含量,采用相对偏差[相对偏差=(QAMS法含量-外标法含量)/外标法含量×100%]考察2种方法所得结果的差异。每样品平行测定3次,结果见表3。

表3 木瓜中3-*O*-乙酰坡模醇酸等成分的含量测定结果(*n*=3,%)

| 编号 | 齐墩果酸 | | | 3- <i>O</i> -乙酰坡模醇酸 | | | 白桦脂酸 | | | 熊果酸 | | | 3- <i>O</i> -乙酰熊果酸 | | | |
|----|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|------|--|
| | 外标法 | QAMS法 | 相对偏差 | 外标法 | QAMS法 | 相对偏差 | 外标法 | QAMS法 | 相对偏差 | 外标法 | QAMS法 | 相对偏差 | 外标法 | QAMS法 | 相对偏差 | |
| S1 | 0.573 | 0.060 | 0.059 | 1.695 | 0.077 | 0.073 | 5.479 | 0.109 | 0.106 | 2.830 | 0.102 | 0.100 | 2.000 | | | |
| S2 | 0.537 | 0.049 | 0.048 | 2.083 | 0.044 | 0.041 | 7.317 | 0.101 | 0.098 | 3.061 | 0.102 | 0.101 | 0.990 | | | |
| S3 | 0.261 | 0.056 | 0.055 | 1.818 | 0.228 | 0.222 | 2.703 | 0.325 | 0.320 | 1.563 | 0.198 | 0.196 | 1.020 | | | |
| S4 | 0.253 | 0.044 | 0.044 | 0 | 0.135 | 0.133 | 1.504 | 0.285 | 0.284 | 0.352 | 0.102 | 0.102 | 0 | | | |
| S5 | 0.478 | 0.023 | 0.022 | 4.545 | 0.091 | 0.087 | 4.598 | 0.163 | 0.160 | 1.875 | 0.067 | 0.067 | 0 | | | |
| S6 | 0.470 | 0.035 | 0.034 | 2.941 | 0.059 | 0.056 | 5.357 | 0.141 | 0.138 | 2.173 | 0.069 | 0.069 | 0 | | | |
| S7 | 0.161 | 0.033 | 0.033 | 0 | 0.528 | 0.522 | 1.149 | 0.368 | 0.366 | 0.546 | 0.221 | 0.220 | 0.455 | | | |
| S8 | 0.157 | 0.034 | 0.033 | 3.030 | 0.523 | 0.517 | 1.161 | 0.362 | 0.361 | 0.277 | 0.212 | 0.211 | 0.474 | | | |

由表3可知,2种方法所得含量测定结果的相对偏差均小于8%。同时,采用SPSS 22.0软件对2种方法所得含量结果进行*t*检验,结果显示,2种方法所得结果组间比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05),表明采用QAMS法同时测定木瓜中多种五环三萜类成分是可行的。

此外,本研究采用外标法比较了不同产地鲜切和传统工艺加工木瓜中齐墩果酸与熊果酸的总含量及5种成分的总含量,结果见表4。

表4 不同产地鲜切和传统工艺加工木瓜中部分成分的含量比较($\bar{x} \pm s, n=3, \%$)

| 产地 | 齐墩果酸与熊果酸的总含量 | | 5种成分的总含量 | |
|------|---------------|---------------|----------------------------|----------------------------|
| | 鲜切工艺 | 传统工艺 | 鲜切工艺 | 传统工艺 |
| 湖北长阳 | 0.6805±0.0139 | 0.6365±0.0124 | 0.9160±0.0063 ^a | 0.8290±0.0075 ^a |
| 浙江淳安 | 0.5835±0.0066 | 0.5375±0.0159 | 1.0610±0.0479 ^a | 0.8175±0.0265 ^a |
| 安徽宣城 | 0.6395±0.0059 | 0.6095±0.0059 | 0.8180±0.0068 ^a | 0.7705±0.0210 ^a |
| 重庆黔江 | 0.5280±0.0083 | 0.5185±0.0059 | 1.3065±0.0355 | 1.2835±0.0417 |

a:与重庆黔江产木瓜比较,*P*<0.05

由表4可知,不同木瓜样品中齐墩果酸与熊果酸的总含量均不低于0.5%,符合2020年版《中国药典》(一部)的要求^[4]。不同产地、不同炮制工艺木瓜样品中5种

成分的总含量存在差异;而在同一产地的鲜切工艺加工木瓜中,2种成分的总含量和5种成分的总含量均高于传统工艺加工木瓜,平均升高5.62%、10.83%,其中重庆黔江产木瓜中5种成分的总含量显著高于其他产地(*P*<0.05)。

3 讨论

木瓜中的五环三萜类成分是其主要的活性成分^[9-10]。本课题组前期比对了相关文献^[11-12],并在HPLC分析的基础上,最终选择了3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、齐墩果酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸作为木瓜药材质量评价的指标。

本课题组前期曾采用2020年版《中国药典》(一部)“木瓜”项下齐墩果酸和熊果酸的色谱条件进行测定,但实践结果显示,各成分的分离度欠佳;随后,参照相关文献^[13-14],对色谱条件进行优化,最终确定了“2.1”项下色谱条件。系统适用性试验结果显示,各成分分离良好,此法可用于木瓜中多种五环三萜类成分的定量分析。

含量测定结果显示,QAMS法与外标法所得3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸含量的相对偏差均小于8%,表明2种方法所得含量结果无明显差异。不同产地鲜切和传统工艺加工木瓜中齐墩果酸与熊果酸的总含量均不低于0.5%,5种成分的总含量均不低于0.7%;在同一产地的鲜切工艺加工木瓜中,无论是齐墩果酸与熊果酸的总含量还是5种成分的总含量均高于传统工艺加工木瓜,其中齐墩果酸和熊果酸的总含量平均升高5.62%,5种成分的总含量平均升高10.83%。这表明不同产地、不同炮制工艺木瓜中5种成分含量存在差异,以多成分为指标进行质量分析较单一指标更为科学、合理。此外,木瓜鲜切片采用产地加工炮制一体化工艺,集中采收鲜果,一次性加工,中间环节明显减少且操作规范,有利于提高木瓜药材的质量。

综上所述,本研究建立了同时测定木瓜中3-*O*-乙酰坡模醇酸、白桦脂酸、齐墩果酸、熊果酸、3-*O*-乙酰熊果酸含量的QAMS法,该方法简便、快速、准确。重庆黔江产木瓜中5种成分的总含量较高,且同一产地鲜切工艺加工木瓜总含量高于传统工艺加工木瓜。

参考文献

- [1] 唐春红,叶志义,项昭保,等.木瓜营养保健作用研究动态[J].天然产物研究与开发,2000,12(4):97-100.
- [2] 肖苏龙,王晗,王琪,等.基于五环三萜先导结构的抗病毒抑制剂研究进展[J].中国科学:化学,2015,45(9):865-883.
- [3] 王艺玮,徐盛涛,徐进宜.五环三萜羽扇豆烷型天然产物抗肿瘤活性研究进展[J].药学与临床研究,2017,25(4):336-342,347.
- [4] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].2020年版.北京:中国医药科技出版社,2020:62.

(下转第2486页)