

成分分析

HPLC 法同时测定半夏中 5 个代表性成分的含量*

杨冰月^{1,2}, 敬勇¹, 赖月月¹, 陈洁¹, 彭亮², 李敏^{1**}

(1. 成都中医药大学 中药材标准化教育部重点实验室 中药资源系统研究与开发利用国家重点实验室, 成都 611137;

2. 陕西中医药大学 陕西省秦岭中草药应用开发工程技术研究中心, 西安 712046)

摘要 目的: 建立高效液相色谱法同时测定半夏药材中肌苷、鸟苷、腺苷、琥珀酸、盐酸麻黄碱 5 个代表性成分含量。**方法:** 采用 Agilent Eclipse XDB C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm); 以乙腈 (A) - 水 (B) 为流动相, 梯度洗脱; 流速 1.0 mL · min⁻¹; 检测波长 265 nm; 柱温 30 °C; 进样量 10 μL。**结果:** 半夏样品中 5 个成分的色谱峰均达到基线分离, 肌苷、鸟苷、腺苷、琥珀酸、盐酸麻黄碱的线性方程分别为 $Y=769.1X+3.364$ ($r=0.9997$)、 $Y=826.3X-7.726$ ($r=0.9996$)、 $Y=841.7X-0.7006$ ($r=0.9993$)、 $Y=253.3X+1.821$ ($r=0.9996$)、 $Y=362.7X+1.530$ ($r=0.9993$); 平均加样回收率分别为 99.2% (RSD=1.1%)、101.4% (RSD=1.4%)、99.4% (RSD=1.0%)、99.3% (RSD=1.3%)、100.8% (RSD=0.91%); 10 批半夏药材中 5 个成分含量分别为肌苷 0.21~0.33 mg · g⁻¹、鸟苷 2.02~2.18 mg · g⁻¹、腺苷 2.42~2.70 mg · g⁻¹、琥珀酸 3.24~4.43 mg · g⁻¹、盐酸麻黄碱 5.89~6.74 mg · g⁻¹。**结论:** 建立的半夏中 5 个代表性成分含量测定方法准确灵敏, 稳定性和重复性好, 可为半夏的质量控制提供研究方法。

关键词: 半夏; 肌苷; 鸟苷; 腺苷; 琥珀酸; 盐酸麻黄碱; 高效液相色谱; 含量

中图分类号: R 917 文献标识码: A 文章编号: 0254-1793 (2019) 11-1992-06

doi: 10.16155/j.0254-1793.2019.11.09

Simultaneous determination of five representative components in *Pinelliae Rhizoma* by HPLC*

YANG Bing-yue^{1,2}, JING Yong¹, LAI Yue-yue¹, CHEN Jie¹, PENG Liang², LI Min^{1**}

(1. Key Laboratory of Standardization of Chinese Herbal Medicine; State Key Laboratory Breeding Base of Systematic Research, Development and Utilization of Chinese Medicine Resources, College of Pharmacy, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China; 2. Shaanxi Qinling Application Development and Engineering Center of Chinese Herbal Medicine, College of Pharmacy, Shaanxi University of Chinese Medicine, Xi'an 712046, China)

Abstract Objective: To establish an HPLC method for the simultaneous determination of five representative

* 国家自然科学基金资助项目 (No: 81173492); 国家中药标准行动计划项目“川贝母、半夏等 7 种中药饮片标准化建设”(No: ZYBZH-Y-SC-40); 四川省科技厅科技成果转化项目“半夏优质高产栽培及绿色加工技术成果转化”(No: 2017CC0084); 金川县、丹巴县中药材科技扶贫示范基地建设 (No: 2017NFP0001); 四川省中医药标准化研究项目—川产道地药材半夏种茎分级标准研究 (2019063); “杏林学者”学科人才科研提升计划 (CXTD2018016)

** 通信作者 Tel: (029) 38185165; E-mail: 028limin@163.com
第一作者 Tel: 18064331298; E-mail: 304951774@qq.com

components of inosine, guanosine, adenosine, succinic acid and ephedrine hydrochloride in *Pinelliae Rhizoma*. **Method:** Samples were analyzed on an Agilent Eclipse XDB C₁₈ column (4.6 mm × 250 mm, 5 μm) with the mobile phase of acetonitrile (A) and water (B) in a gradient elution. The flow rate of the mobile phase, detection wavelength, column temperature and injection volume were set at 1.0 mL · min⁻¹, 265 nm, 30 °C and 10 μL, respectively. **Results:** The chromatographic peaks of the five components in the *Pinelliae Rhizoma* samples were all separated at baseline. The linear equations of inosine, guanosine, adenosine, succinic acid and ephedrine hydrochloride were $Y=769.1X+3.364$ ($r=0.9997$), $Y=826.3X-7.726$ ($r=0.9996$), $Y=841.7X-0.7006$ ($r=0.9993$), $Y=253.3X+1.821$ ($r=0.9996$) and $Y=362.7X+1.530$ ($r=0.9993$), respectively; The recoveries were 99.2% (RSD=1.1%), 101.4% (RSD=1.4%), 99.4% (RSD=1.0%), 99.3% (RSD=1.3%), and 100.8% (RSD=0.91%), respectively. The contents of the above-mentioned five components in 10 batches of *Pinelliae Rhizoma* were 0.21–0.33 mg · g⁻¹, 2.02–2.18 mg · g⁻¹, 2.42–2.70 mg · g⁻¹, 3.24–4.43 mg · g⁻¹ and 5.89–6.74 mg · g⁻¹, respectively. **Conclusion:** The established method for determination of five representative components in *Pinelliae Rhizoma* is accurate, stable and reproducible, and can provide a research method for quality control of *Pinelliae Rhizoma*.

Keywords: *Pinelliae Rhizoma*; inosine; guanosine; adenosine; succinic acid; ephedrine hydrochloride; HPLC; contents

半夏是我国传统中药之一,来源于天南星科植物半夏 *Pinellia ternata* (Thunb.) Breit. 的干燥块茎,主要分布在四川、甘肃、山东、贵州等地^[1-2],其性辛、温,因具有燥湿化痰、消痞散结的功效,临床上多用于治疗痰多咳嗽、痰饮眩悸、呕吐反胃等症^[3]。在张仲景编著的《金匱要略》中,以半夏为君药的 10 余个方剂至今仍被广泛应用。对中国、日本等国家的 558 个传统医学处方进行分析,半夏的使用频率位于第 22 位;在日本 210 个法定汉方中,含半夏的有 46 个,占 22%^[4]。由此可见,半夏在治疗疾病上发挥着重要作用,且临床使用量较大。调查发现,不同中药市场的半夏药材质量参差不齐,2015 年版《中华人民共和国药典》(简称《中国药典》)以琥珀酸定量为内在指标控制半夏质量,仅单一指标远不能达到有效地评价其质量,反映临床疗效的目的,应采用多组分综合分析进行中药质量控制才更具可行性^[5-7]。半夏成分复杂,主要含有机酸、生物碱、核苷类、蛋白质、多糖等^[8-10],目前报道的与药效相关的成分主要有有机酸、生物碱和核苷类^[9, 11-12]。其中有机酸具有止咳、祛痰、止呕等作用,能够抑制咳嗽中枢,降低呼吸道感受器敏感性,为半夏的主要药效物质基础^[13-14]。因此,本文以琥珀酸、盐酸麻黄碱、肌苷、鸟苷、腺苷 5 个半夏代表性成分为指标,旨在建立 HPLC 同时测定半夏中 5 个成分含量的方法,为更好地评价半夏质量提供简单可靠、快速、准确的检测方法,同时为进一步完善其质量标准奠定理论基础。

1 仪器与试剂

KQ-500DB 数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司); Agilent Technologies 1200 高效液相色谱仪; Heidolph-Laborota 4000 旋转蒸发仪(德国海道夫公司); Allegra X-22R 离心机(美国贝克曼公司); BP121S 十万分之一电子天平(德国赛多利斯公司)。

对照品肌苷(批号 140669-200401)、鸟苷(批号 86-09-10)、腺苷(批号 110879-200202)、琥珀酸(批号 110896-200202)、盐酸麻黄碱(批号 0714-9903),均购自中国食品药品检定研究院,含量均 ≥ 98%; 乙腈为色谱纯; 水为超纯水; 其余试剂均为分析纯。半夏采自全国 5 个省份,共 10 批,经成都中医药大学李敏教授鉴定为天南星科植物半夏 *Pinellia ternata* (Thunb.) Berit. 的干燥块茎。样品来源信息见表 1。

表 1 样品来源

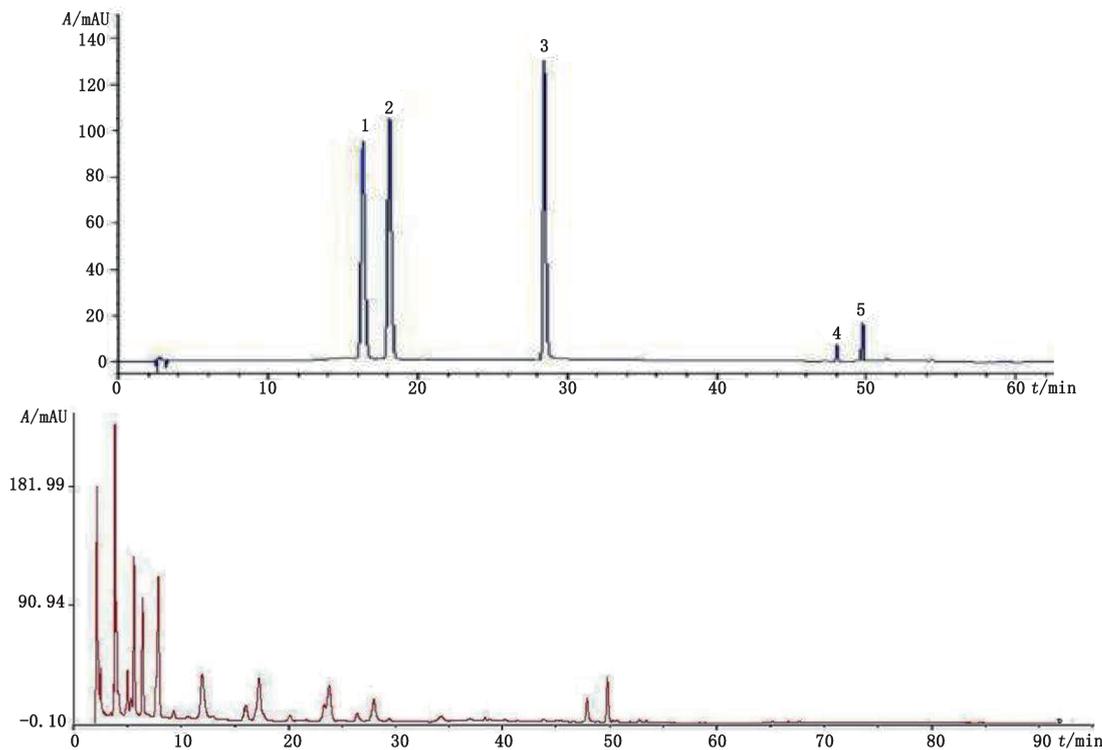
Tab. 1 Origins of samples

编号 (number)	采集地 (habitat)	编号 (number)	采集地 (habitat)
bx-1	四川,栽培 (Sichuan, cultivated)	bx-6	山东,栽培 (Shandong, cultivated)
bx-2	四川,野生 (Sichuan, wild)	bx-7	江西,栽培 (Jiangxi, cultivated)
bx-3	四川,野生 (Sichuan, wild)	bx-8	江西,栽培 (Jiangxi, cultivated)
bx-4	甘肃,栽培 (Gansu, cultivated)	bx-9	贵州,栽培 (Guizhou, cultivated)
bx-5	甘肃,栽培 (Gansu, cultivated)	bx-10	贵州,栽培 (Guizhou, cultivated)

2 方法与结果

2.1 色谱条件 采用 Agilent Eclipse XDB C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm); 以乙腈 (A) - 水 (B) 为流动相, 梯度洗脱 (0~10 min, 0.5%A → 1.0%A; 10~15 min, 1.0%A → 1.5%A; 15~30 min, 1.5%A → 5.5%A; 30~35 min, 5.5%A → 10.0%A; 35~45 min,

10.0%A → 15.0%A; 45~50 min, 15.0%A → 20.0%A; 50~57 min, 20.0%A → 26.0%A; 57~62 min, 26.0%A → 33.0%A; 62~63 min, 33.0%A → 37.0%A; 63~77 min, 37%A → 50%A; 77~87 min, 50%A); 流速 1.0 mL · min⁻¹; 检测波长 265 nm; 柱温 30 °C; 进样量 10 μL。对照品和样品的色谱图见图 1。



1. 肌苷 (inosine) 2. 鸟苷 (guanosine) 3. 腺苷 (adenosine) 4. 琥珀酸 (succinic acid) 5. 麻黄碱 (ephedrine)

图 1 混合对照品 (A) 和供试品溶液 (B) 的 HPLC 图

Fig. 1 HPLC chromatograms of mixed reference substances (A) and test solution (B)

2.2 混合对照品溶液的制备 精密称定对照品肌苷 1.85 mg, 鸟苷 1.96 mg, 腺苷 2.06 mg, 琥珀酸 2.13 mg, 盐酸麻黄碱 2.08 mg, 分别加甲醇溶解并定容至 10 mL, 制成质量浓度分别为 185、196、206、213、208 μg · mL⁻¹ 的对照品储备液。精密吸取各对照品储备液适量, 用甲醇制成每 1 mL 中含 37 μg 肌苷、39.2 μg 鸟苷、41.2 μg 腺苷、42.6 μg 琥珀酸、41.6 μg 盐酸麻黄碱的混合对照品溶液, 再用甲醇逐级稀释成系列浓度的混合对照品溶液 (质量浓度: 肌苷 37.00、18.50、9.25、6.17、4.63、3.70 μg · mL⁻¹, 鸟苷 39.20、19.60、9.80、6.53、4.90、3.92 μg · mL⁻¹, 腺苷 41.20、20.60、10.30、6.87、5.15、4.12 μg · mL⁻¹, 琥珀酸 42.60、21.30、10.65、7.10、5.33、4.26 μg · mL⁻¹, 盐酸麻黄碱 41.60、20.80、10.40、6.93、5.20、4.16 μg · mL⁻¹)。

2.3 供试品溶液的制备 称取半夏粉末 (过 60 目筛) 2 g, 精密称定, 加超纯水 20 mL, 称量, 超声 (功率 250 W, 频率 35 kHz) 提取 45 min, 放冷, 再称量, 加超纯水补足减失的量, 摇匀, 10 000 r · min⁻¹ 离心 5 min, 取上清液 10 mL, 回收溶剂至干, 加超纯水适量使溶解, 转移至 10 mL 量瓶中, 用超纯水定容至刻度, 摇匀, 经 0.45 μm 微孔滤膜滤过, 即得。

2.4 线性关系考察 分别精密吸取“2.2”项下各浓度的混合对照品溶液 10 μL, 按照“2.1”项下色谱条件注入液相色谱仪进行测定, 记录色谱峰面积。以对照品质量浓度 (X) 为横坐标, 峰面积 (Y) 为纵坐标, 绘制标准曲线, 进行线性回归。回归方程及线性范围见表 2。结果表明, 各化合物在各自质量浓度范围内线性关系良好, $r > 0.999 0$ 。

表 2 线性关系考察结果

Tab. 2 Results of linear relationship

成分 (component)	回归方程 (regressive equation)	<i>r</i>	线性范围 (linear range)/($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
肌苷 (inosine)	$Y=769.1X+3.364$	0.999 7	3.70~37.00
鸟苷 (guanosine)	$Y=826.3X-7.726$	0.999 6	3.92~39.20
腺苷 (adenosine)	$Y=841.7X-0.700 6$	0.999 3	4.12~41.20
琥珀酸 (succinic acid)	$Y=253.3X+1.821$	0.999 6	4.26~42.60
盐酸麻黄碱 (ephedrine hydrochloride)	$Y=362.7X+1.530$	0.999 3	4.16~41.60

2.5 精密度试验 精密吸取“2.2”项下混合对照品溶液(含肌苷 $9.25 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 鸟苷 $9.80 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 腺苷 $10.30 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 琥珀酸 $10.65 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 盐酸麻黄碱 $10.40 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) $10 \mu\text{L}$, 按“2.1”项下色谱条件连续进样 6 次测定, 记录峰面积, 计算 RSD。结果肌苷、鸟苷、腺苷、琥珀酸、麻黄碱峰面积的 RSD 分别为 0.74%、0.81%、0.69%、0.67%、0.70%, 表明仪器精密度良好。

2.6 稳定性试验 取同一供试品溶液(样品编号 bx-2) $10 \mu\text{L}$, 按“2.1”项下色谱条件, 分别在 0、3、6、9、12、24 h 进样测定, 记录峰面积, 计算 RSD。结果肌苷、鸟苷、腺苷、琥珀酸、麻黄碱峰面积的 RSD 分别为 1.2%、1.2%、0.91%、1.2%、0.83%, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.7 重复性试验 精密称取半夏(样品编号 bx-2)粉末 2 g, 平行称定 6 份, 按照“2.3”项下方法制备供试品溶液, 按“2.1”项下色谱条件进样测定, 测得肌苷、鸟苷、腺苷、琥珀酸、盐酸麻黄碱质量分数分别为 0.33、2.18、2.70、4.43、6.74 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 分别为 1.9%、1.6%、2.1%、1.8%、2.0%, 表明该方法重复性良好。

2.8 加样回收率试验 取已知含量的半夏药材(样品编号 bx-2)粉末 6 份, 每份 1.5 g, 精密称定, 分别加入与样品中待测成分含有量相当的肌苷、鸟苷、腺苷、琥珀酸、盐酸麻黄碱的对照品, 按照“2.3”项下方法制备供试溶液, 按“2.1”项下色谱条件测定, 记录峰面积, 计算回收率。结果见表 3。

2.9 半夏 5 个代表性成分含量测定 精密吸取混合对照品溶液及供试品溶液各 $10 \mu\text{L}$ 注入高效液相色

谱仪, 按“2.1”项下色谱条件进行测定, 记录色谱图。根据线性方程计算半夏样品中各成分的质量分数。结果见表 4。

3 总结与讨论

2015 年版《中国药典》收录的半夏内在质量评价指标为以电位滴定法测定琥珀酸含量, 本文采用高效液相色谱法对 10 批不同产地半夏的琥珀酸含量进行了测定, 均符合 2015 年版《中国药典》半夏项下标准。半夏成分复杂, 仅凭琥珀酸定量难以完全代表其药材整体质量, 无论在药材质量控制上还是在指导临床用药方面均不具备可靠性^[15-16]。因此, 本文结合目前报道的与半夏药效、质量相关的 4 个代表性成分肌苷、鸟苷、腺苷、盐酸麻黄碱, 共同评价半夏药材质量, 旨在提升半夏的质量控制方法, 为其提供参考数据。

由半夏药材中肌苷、鸟苷、腺苷、琥珀酸和盐酸麻黄碱含量测定结果可知, 10 批药材均含有上述 5 个代表性成分。不同批次药材间各成分含量存在一定差异, 但 10 批药材中含量最高的为盐酸麻黄碱, 含量范围 $5.89\sim 6.74 \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; 其次为琥珀酸, 含量范围 $3.24\sim 4.43 \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; 3 个核苷类成分腺苷含量高于鸟苷和肌苷, 含量范围分别为 $2.42\sim 2.70 \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 、 $2.02\sim 2.18 \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 、 $0.21\sim 0.33 \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; 盐酸麻黄碱与 3 个核苷类成分的含量差异较大, 其中盐酸麻黄碱与肌苷含量比值在 20.42~28.05 倍, 具有一定的鉴别意义。此外, 编号 bx-2(四川野生品)的样品所含各肌苷、鸟苷、腺苷、琥珀酸和盐酸麻黄碱含量和总量均为最高, 编号 bx-5(甘肃栽培品)的样品中 5 个成分总量为最低。

表 3 加样回收试验结果 (n=6)

Tab. 3 Results of recovery test

成分 (component)	取样量 (mass of sample)/g	样品中量 (content)/ mg	对照品加入量 (added)/ mg	测得量 (found)/mg	回收率 (recovery)/%	平均回收率 (average recovery)/%	RSD/ %
肌苷 (inosine)	1.501 2	0.252 5	0.252 5	0.507 7	101.1	99.2	1.1
	1.500 8	0.252 4	0.252 5	0.503 7	99.5		
	1.500 3	0.252 4	0.252 5	0.502 8	99.2		
	1.501 7	0.252 4	0.252 5	0.502 0	98.8		
	1.502 0	0.252 4	0.252 5	0.500 5	98.3		
	1.500 6	0.252 4	0.252 5	0.507 2	100.9		
鸟苷 (guanosine)	1.501 2	1.652 0	1.652 0	3.327 5	101.4	101.4	1.4
	1.500 8	1.652 0	1.652 0	3.290 2	99.2		
	1.500 3	1.651 9	1.652 0	3.316 6	100.8		
	1.501 7	1.652 0	1.652 0	3.269 9	97.9		
	1.502 0	1.652 0	1.652 0	3.328 1	101.5		
	1.500 6	1.652 0	1.652 0	3.291 3	99.2		
腺苷 (adenosine)	1.501 2	2.121 0	2.120 9	4.228 7	99.4	99.4	1.0
	1.500 8	2.121 0	2.120 9	4.276 5	101.6		
	1.500 3	2.120 8	2.120 9	4.251 7	100.5		
	1.501 7	2.120 9	2.120 9	4.234 3	99.6		
	1.502 0	2.120 9	2.120 9	4.223 4	99.1		
	1.500 6	2.120 9	2.120 9	4.267 2	101.2		
琥珀酸 (succinic acid)	1.501 2	3.376 8	3.376 9	6.729 1	99.3	99.3	1.3
	1.500 8	3.377 0	3.376 9	6.694 0	98.2		
	1.500 3	3.376 9	3.376 9	6.711 8	98.8		
	1.501 7	3.376 9	3.376 9	6.672 4	97.6		
	1.502 0	3.376 9	3.376 9	6.784 4	100.9		
	1.500 6	3.376 9	3.376 9	6.765 5	100.4		
盐酸麻黄碱 (ephedrine hydrochloride)	1.501 2	5.155 1	5.155 1	10.350 9	100.8	100.8	0.91
	1.500 8	5.155 0	5.155 1	10.371 2	101.2		
	1.500 3	5.155 2	5.155 1	10.289 5	99.6		
	1.501 7	5.155 0	5.155 1	10.360 7	101.0		
	1.502 0	5.155 2	5.155 1	10.249 6	98.9		
	1.500 6	5.154 9	5.155 1	10.318	100.2		

表 4 半夏药材中 5 个成分的含量测定结果 (mg · g⁻¹, n=3)

Tab. 4 The measured result of 5 constituents in Pinelliae Rhizoma

编号 (number)	肌苷 (inosine)	鸟苷 (guanosine)	腺苷 (adenosine)	琥珀酸 (succinic acid)	盐酸麻黄碱 (ephedrine hydrochloride)
bx-1	0.25 ± 0.01	2.04 ± 0.04	2.47 ± 0.18	3.38 ± 0.18	6.42 ± 0.33
bx-2	0.33 ± 0.06	2.18 ± 0.04	2.70 ± 0.13	4.43 ± 0.11	6.74 ± 0.21
bx-3	0.30 ± 0.03	2.10 ± 0.02	2.44 ± 0.11	4.22 ± 0.23	6.37 ± 0.36
bx-4	0.31 ± 0.02	2.09 ± 0.05	2.53 ± 0.26	3.87 ± 0.29	5.89 ± 0.15
bx-5	0.27 ± 0.03	2.08 ± 0.03	2.42 ± 0.42	3.36 ± 0.13	5.90 ± 0.23
bx-6	0.23 ± 0.07	2.04 ± 0.03	2.51 ± 0.25	3.32 ± 0.27	5.98 ± 0.28
bx-7	0.21 ± 0.02	2.02 ± 0.06	2.58 ± 0.49	3.24 ± 0.16	6.15 ± 0.17
bx-8	0.28 ± 0.04	2.06 ± 0.01	2.51 ± 0.15	3.65 ± 0.32	6.30 ± 0.15
bx-9	0.29 ± 0.05	2.09 ± 0.05	2.49 ± 0.34	3.59 ± 0.24	6.26 ± 0.35
bx-10	0.26 ± 0.01	2.10 ± 0.02	2.66 ± 0.26	4.06 ± 0.15	6.58 ± 0.11

本文采用高效液相色谱法同时测定了不同产地 10 批半夏药材中肌苷、鸟苷、腺苷、琥珀酸和盐酸麻黄碱 5 个代表性成分的含量,由半夏样品分析结果可以看出,该方法精密度、稳定性和重复性均良好,并具有定性、定量的双重作用,在半夏药效物质基础不明确的情况下,多指标含量测定为有效控制半夏质量,完善其质量标准提供了科学依据。

参考文献

- [1] 中华人民共和国药典 2015 年版. 一部[S]. 2015: 119
ChP 2015. Vol I [S]. 2015: 119
- [2] 杨冰月,李敏,施佳,等. 半夏及其炮制品姜半夏 HPLC 特征指纹图谱系统性研究[J]. 中草药, 2014, 45(5): 652
YANG BY, LI M, SHI J, *et al.* A system research on HPLC characteristic fingerprint of *Pinelliae Rhizoma* and *Pinelliae Rhizoma Praeparatum cum Zingibere et Alumine* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs*, 2014, 45(5): 652
- [3] 何立丽,顾格波. 半夏提取物抗恶性肿瘤的作用机制[J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(2): 685
HE LL, GU KB. Mechanism of *Rhizoma Pinelliae* extracts against malignant tumor [J]. *China J Tradit Chin Med Pharm*, 2017, 32(2): 685
- [4] 胡世林. 半夏的本草考证[J]. 中国中药杂志, 1989, 14(11): 646
HU SL. Herbal textual of *Banxia* [J]. *China J Chin Mater Med*, 1989, 14(11): 646
- [5] 杨冰月,李敏,吴发明,等. 基于止咳效价评价半夏及其炮制品品质的方法研究[J]. 中草药, 2015, 46(17): 2586
YANG BY, LI M, WU FM, *et al.* Methodological study on quality evaluation of crude and processed *Pinelliae Rhizoma* based on antitussive bioassay [J]. *Chin Tradit Herb Drugs*, 2015, 46(17): 2586
- [6] 张春娟,孟志芬,郭雪峰,等. HPLC 结合紫外光谱法快速定性定量分析四种竹叶黄酮碳苷[J]. 光谱学与光谱分析, 2014, 34(9): 2568
ZHANG CJ, MENG ZF, GUO XF, *et al.* Simultaneous determination of four flavone C-glycosides in *Phyllostachys edulis* leaves by high-performance liquid chromatography with ultraviolet spectrometry [J]. *Spectrosc Spect Anal*, 2014, 34(9): 2568
- [7] 易伟,狄留庆,李俊松,等. HPLC 同时测定复方祖师麻片中 8 种有效成分的含量[J]. 南京中医药大学学报, 2015, 31(1): 74
YI W, DI LQ, LI JS, *et al.* Simultaneous determination of eight active ingredients in compound *Zushima* tablets by HPLC [J]. *J Nanjing Univ Tradit Chin Med*, 2015, 31(1): 74
- [8] 胡文斌,王翰,张少飞,等. 半夏的化学成分及其药性、毒性研究[J]. 中国资源综合利用, 2016, 10(34): 57
HU WB, WANG H, ZHANG SF, *et al.* The research progress of chemical composition, medicinal properties and toxicity of *Pinellia* [J]. *China Resour Compreh Utiliz*, 2016, 10(34): 57
- [9] LUO QY, XIAO YW, WANG KC, *et al.* Analysis on the genetic control of heterosis for guanosine and organic acid contents in tuber of *Pinelliae Rhizoma* by using of random amplified polymorphic DNA (RAPD) makers [J]. *J Med Plants Res*, 2013, 7(14): 857
- [10] 龚道峰,王甫成,纪东汉,等. 中药半夏化学成分及其药理、毒理活性研究进展[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2015, 18(12): 77
GONG DF, WANG FC, JI DH, *et al.* The research progress of chemical composition, pharmacological action and toxicology activity of *Pinellia* [J]. *J Yangtze Univ (Nat Sci)*, 2015, 18(12): 77
- [11] 周倩,吴皓,许风清,等. 半夏中生物碱的研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2006, 13(1): 102
ZHOU Q, WU H, XU FQ, *et al.* The research of alkaloid of *Pinelliae Rhizoma* [J]. *Chin J Inf TCM*, 2006, 13(1): 102
- [12] 周欣,汤洪波,龚小见,等. 半夏药材水溶性成分的 HPLC 指纹图谱研究[J]. 中华中医药杂志, 2009, 24(12): 1635
ZHOU X, TANG HB, GONG XJ, *et al.* Fingerprint study on water soluble component in *Pinellia ternata* (Thunb.) Breit. [J]. *China J Tradit Chin Med Pharm*, 2009, 24(12): 1635
- [13] YU P, CHENG S, XIANG J, *et al.* Expectorant, antitussive, anti-inflammatory activities and compositional analysis of *Aster tataricus* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2015, 164: 328
- [14] LI ZY, ZHI HJ, ZHANG FS, *et al.* Metabolomic profiling of the antitussive and expectorant plant *Tussilago farfara* L. by nuclear magnetic resonance spectroscopy and multivariate data analysis [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2013, 75(5): 158
- [15] 吴发明,李敏,张思荻,等. HPLC-ELSD 法测定不同产地麦冬中 4 种代表性成分的含量[J]. 药物分析杂志, 2016, 36(8): 1370
WU FM, LI M, ZHANG SD, *et al.* Determination of the 4 representative components in *Maidong* from different producing areas by HPLC-ELSD method [J]. *Chin J Pharm Anal*, 2016, 36(8): 1370
- [16] JI X, HUANG BK, WANG GW, *et al.* The thnobotanical, phytochemical and pharmacological profile of the genus *Pinellia* [J]. *Fitoterapia*, 2014, 93(4): 1

(本文于 2018 年 11 月 12 日收到)