

# 原子吸收分光光度法测定藏药二十五味珊瑚丸中5种重金属含量<sup>Δ</sup>

刘 兰\*,张勇仓#,钟 铎,次仁久米,王聚乐(西藏大学医学院,拉萨 850000)

中图分类号 R284 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2018)07-0973-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2018.07.26

**摘要** 目的:建立测定藏药二十五味珊瑚丸中5种重金属含量的方法,并考察西藏不同地区5个厂家生产的该药品中重金属含量情况。方法:以浓硝酸-高氯酸(4:1, V/V)消解二十五味珊瑚丸样品,采用火焰原子吸收分光光度法测定其中铜(Cu)、铅(Pb)、镉(Cd)3种重金属元素的含量,氢化物发生原子吸收分光光度法测定其中砷(As)、汞(Hg)2种重金属元素的含量。结果:5种重金属元素含量检测在相应质量浓度范围内线性关系均良好( $r \geq 0.999 1$ );Cu、Pb、Cd元素的检测限分别为0.001 6、0.041 2、0.036 3 mg/L,定量限分别为0.005 3、0.137 3、0.121 0 mg/L;As、Hg元素的检测限分别为0.325 7、0.692 3  $\mu\text{g/L}$ ,定量限分别为1.085 7、2.307 7  $\mu\text{g/L}$ ;精密度的RSD均 $\leq 5.54\%$ ( $n=6$ );稳定性试验的RSD均 $\leq 3.79\%$ ;重复性试验的RSD均 $\leq 3.72\%$ ;平均加样回收率为91.34%~110.11%,RSD为0.66%~6.80%( $n=6$ )。含量测定结果显示,5个厂家的样品中Cu含量皆未超标,但Cd、Hg含量均超标;其中还有4个厂家样品中Pb含量超标,2个厂家样品中As含量超标。结论:建立的含量测定方法的准确度、灵敏度较高,且稳定性、重复性较好,适用于二十五味珊瑚丸中5种重金属含量的测定;5个厂家生产样品均在一定程度上存在重金属超标问题。

**关键词** 火焰原子吸收分光光度法;氢化物发生原子吸收分光光度法;二十五味珊瑚丸;重金属;含量测定

## Contents Determination of 5 Heavy Metals in Tibetan Medicine Ershiwuwei Shanhu Pills by Atomic Absorption Spectrometry

LIU Lan, ZHANG Yongcang, ZHONG Hua, Cirenjiumi, WANG Jule (Medical College of Tibet University, Lhasa 850000, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To establish a method for the contents determination of 5 heavy metals in Ershiwuwei shanhu pills, and to investigate the contents of heavy metals in Ershiwuwei shanhu pills produced by 5 manufacturers from different districts of Tibet. METHODS: Ershiwuwei shanhu pills were digested by  $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$  (4:1, V/V). The contents of 3 heavy metals as Cu, Pb, Cd in samples were measured by flame atomic absorption spectrometry (FAAS). The contents of 2 heavy metals as As, Hg in samples were measured by hydride generation atomic absorption spectrometry (HG-AAS). RESULTS: 5 kinds of heavy metals have good linear relationship in the corresponding mass concentration range (all  $r \geq 0.999 1$ ). The limits of detection of Cu, Pb, Cd were 0.001 6, 0.041 2, 0.036 3 mg/L, and the limits of quantitation were 0.005 3, 0.137 3, 0.121 0 mg/L; the limits of detection of As, Hg were 0.325 7, 0.692 3  $\mu\text{g/L}$ , and the limits of quantitation were 1.085 7, 2.307 7  $\mu\text{g/L}$ . RSDs of precision tests were  $\leq 5.54\%$  ( $n=6$ ); RSDs of stability tests were all  $\leq 3.79\%$ ; RSDs of reproducibility tests were  $\leq 3.72\%$ . The average recovery rates were 91.34%~110.11% (RSDs were 0.66%~6.80%,  $n=6$ ). Results of contents determination showed that the contents of Cu in samples from 5 manufacturers were not out of limits, but the contents of Cd and Hg were all out of limits; the contents of Pb in samples from 4 manufacturers were out of limits, and the contents of As in samples from 2 manufacturers were out of limits. CONCLUSIONS: The established method has good accuracy, sensitivity, stability and reproducibility, and it is suitable for contents determination of 5 heavy metals in Ershiwuwei shanhu pills. To some extent, there is a problem of excessive heavy metals in samples from 5 manufacturers.

**KEYWORDS** Flame atomic absorption spectrometry; Hydride generation atomic absorption spectrometry; Ershiwuwei shanhu pills; Heavy metals; Content determination

二十五味珊瑚丸是由人工麝香、珊瑚、珍珠母、广木香、红花、朱砂、榜那等25味药材组成的复方制剂<sup>[1]</sup>,在

<sup>Δ</sup> 基金项目:西藏自治区自然科学基金资助项目(No.2015212-13-6);2015年西藏自治区高等院校教师专业实践实战能力提高计划项目(No.2015SZ013);西藏大学珠峰学者人才发展支持计划项目

\* 副教授,硕士。研究方向:医学细胞生物学。E-mail: 274770572@qq.com

# 通信作者:副教授,硕士。研究方向:药物分析。E-mail: 781592624@qq.com

1997年被原卫生部批准为国家中药保护品种<sup>[2]</sup>,主要用于白脉病(即神经系统疾病)的治疗,有清热定惊、开窍、通络、止痛等功效<sup>[3-4]</sup>,现收载于2015年版《中国药典》(一部)中<sup>[5]</sup>。该药中的朱砂、青金石、炉甘石、磁石、禹粮土等10味矿物药是其重要组成部分<sup>[6-7]</sup>,其中不乏重金属元素。由于藏药疗程较长的特点,可能导致重金属在体内蓄积中毒,故而为该药的使用带来了较大的风险,极大地影响了该药的临床应用<sup>[8-9]</sup>。铜(Cu)、铅(Pb)、镉(Cd)、

砷(As)、汞(Hg)等重金属严重影响人体健康<sup>[10]</sup>,国际和国内都对其提出了严格的限量标准<sup>[11]</sup>。目前,对二十五味珊瑚丸中重金属含量的报道极少,仅有少量关于其中Hg含量的报道<sup>[12-13]</sup>,且2015年版《中国药典》(一部)收载的二十五味珊瑚丸质量标准项下并未对其重金属含量进行检查。鉴于此,笔者采用火焰原子吸收分光光度法对西藏不同地区5个厂家生产的二十五味珊瑚丸中Cu、Pb、Cd 3种重金属元素的含量进行分析,并利用氢化物发生原子吸收分光光度法对其中As、Hg 2种重金属元素的含量进行分析,为该药的质量控制提供一定的试验依据。

## 1 材料

### 1.1 仪器

AA-7000型原子吸收分光光度计与Cu、Pb、Cd、As、Hg空心阴极灯(北京东西分析仪器有限公司)。

### 1.2 药品与试剂

二十五味珊瑚丸为分别购自西藏拉萨市某藏药A厂(批号:15084A,规格:1 g/丸)、西藏拉萨市某藏药B厂(批号:150201,规格:1 g/丸)、西藏山南市某藏药C厂(批号:150401-180,规格:1 g/丸)、西藏日喀则市某藏药D厂(批号:150401,规格:0.25 g/丸)、西藏昌都市某藏药E厂(批号:140901,规格:0.25 g/丸);Cu、Pb、Cd、As、Hg元素的标准溶液(国家钢铁材料测试中心,批号分别为:GSB G 62024-90、GSB G 62071-90、GSB G 62040-90、GSB G 62028-90、GSB G 62069-90,质量浓度均为1 000 mg/L);浓硝酸、高氯酸等均为分析纯,水为蒸馏水。

## 2 方法与结果

### 2.1 仪器工作条件

采用火焰原子吸收分光光度法测定Cu、Pb、Cd含量,仪器工作条件见表1。采用氢化物发生原子吸收分光光度法测定As、Hg含量,仪器工作条件见表2。

表1 Cu、Pb、Cd含量检测的原子吸收分光光度计工作条件

Tab 1 Conditions of atomic absorption spectrophotometer for the contents detection of Cu, Pb and Cd

元素	灯电流,mA	波长,nm	狭缝,nm	乙炔流量,L/min	空气流量,L/min
Cu	2	324.7	0.2	0.5	4.0
Pb	3	283.3	0.2	1.0	4.5
Cd	3	228.8	0.2	0.8	4.5

表2 As、Hg含量检测的原子吸收分光光度计工作条件

Tab 2 Conditions of atomic absorption spectrophotometer for the contents detection of As and Hg

元素	灯电流,mA	波长,nm	狭缝,nm	KBH <sub>4</sub> 浓度	载液	原子化温度
As	8	193.7	0.4	1.5%	1% HCl	900 ℃
Hg	1	253.7	0.2	0.5%	1% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	室温

### 2.2 溶液的制备

2.2.1 供试品溶液的制备 将二十五味珊瑚丸用研钵研成粉末,干燥,准确称取干粉1.0 g于100 mL锥形瓶中,加入15 mL混合酸液(HNO<sub>3</sub>与HClO<sub>4</sub>体积比为4:1),

轻轻振摇使混合酸液面浸没样品,静置48 h。置电炉上加热消解至溶液澄清后,继续加热消解至冒浓白烟,直至白烟散尽,消解液呈微黄色,放冷,转入50 mL量瓶中,用2% HNO<sub>3</sub>溶液洗涤锥形瓶3次,洗液合并于量瓶中,2% HNO<sub>3</sub>溶液定容,摇匀,即得。

2.2.2 空白溶液的制备 不加二十五味珊瑚丸粉末样品,其余方法同“2.2.1”项下,制备缺药品的空白溶液。

2.2.3 标准溶液的制备 分别取“1.2”项下Cu、Pb、Cd、As、Hg元素的标准溶液(1 000 mg/L)适量,用2% HNO<sub>3</sub>为溶剂制备系列质量浓度的标准溶液:Cu为0.312 5、0.625 0、1.250 0、2.500 0、5.000 0 mg/L, Pb为0.625 0、1.250 0、2.500 0、5.000 0、10.000 0 mg/L, Cd为0.0312 5、0.062 5、0.125 0、0.250 0、0.500 0 mg/L, As为6.250 0、12.500 0、25.000 0、50.000 0、100.000 0 μg/L, Hg为6.250 0、12.500 0、25.000 0、50.000 0、100.000 0 μg/L。

### 2.3 线性关系考察

分别量取“2.2.3”项下各元素标准品溶液适量,参考2015年版《中国药典》(四部)通则0406第一法测定<sup>[14]</sup>,以质量浓度为横坐标(x)、吸光度为纵坐标(y)作图,求出回归方程。结果显示,5种重金属元素检测在相应质量浓度范围内线性关系均良好( $r \geq 0.999 1$ ),5种重金属元素的线性范围测定结果见表3。

表3 5种重金属元素的线性关系考察结果

Tab 3 Linear relationship determination results of 5 kinds of heavy metals

元素	回归方程	r	线性范围
Cu	$y=0.185 4x+0.011 3$	0.999 7	0.312 5~5.000 0 mg/L
Pb	$y=0.029 1x+0.003 7$	0.999 4	0.625 0~10.000 0 mg/L
Cd	$y=0.024 8x+0.002 9$	0.999 4	0.031 25~0.500 0 mg/L
As	$y=0.003 5x+0.004 6$	0.999 6	6.250 0~100.000 0 μg/L
Hg	$y=0.002 6x-0.002 1$	0.999 1	6.250 0~100.000 0 μg/L

### 2.4 检测限与定量限考察

对空白溶液进行20次测定,记录其吸光度的标准偏差 $\delta$ ,S为工作曲线的斜率,以3  $\delta/S$ 为检测限,10  $\delta/S$ 为定量限。结果表明,Cu、Pb、Cd元素的检测限分别为0.001 6、0.041 2、0.036 3 mg/L, As、Hg元素的检测限分别为0.325 7、0.692 3 μg/L; Cu、Pb、Cd元素的定量限分别为0.005 3、0.137 3、0.121 0 mg/L, As、Hg元素的定量限分别为1.085 7、2.307 7 μg/L。

### 2.5 精密度考察

取“2.2.3”项下各元素标准品溶液(Cu、Pb、Cd、As、Hg溶液的质量浓度分别为5.000 0 mg/L、10.000 0 mg/L、0.500 0 mg/L、100.000 0 μg/L、100.000 0 μg/L)适量,然后按“2.1”项下仪器工作条件进样测定,平行测定6次。结果,Cu、Pb、Cd、As、Hg含量的RSD分别为0.78%、0.03%、0.56%、5.54%、3.29%( $n=6$ )。结果表明,方法精密度较好。

### 2.6 稳定性考察

取“2.2.1”项下供试品溶液(样品来源于C厂)适量,

室温下分别放置 0、2、4、8、12 h, 然后按“2.1”项下仪器工作条件进样测定。结果, Cu、Pb、Cd、As、Hg 含量检测的 RSD 分别为 0.70%、0.31%、0.88%、3.79%、3.68% ( $n=5$ )。结果表明, 供试品溶液在室温下放置 12 h 较为稳定。

## 2.7 重复性考察

精密称取同一批样品(来源于 C 厂)适量, 按“2.2.1”项下方法制备供试品溶液, 共 6 份, 分别按“2.1”项下仪器工作条件进样测定。结果, Cu、Pb、Cd、As、Hg 的平均含量分别为 8.264 2、2.086 7、3.196 9、0.412 4、1.415 1 mg/kg, RSD 分别为 1.40%、0.72%、1.39%、3.72%、3.27% ( $n=6$ )。结果表明, 本方法重复性良好。

## 2.8 准确度考察

取已知重金属含量的样品粉末(来源于 C 厂)约 0.3 g, 共 6 份, 再分别加入已知含量的 Cu、Pb、Cd、As、Hg 标准溶液, 按“2.2.1”项下方法制备供试品溶液, 分别按“2.1”项下仪器工作条件进样测定。结果, 5 种重金属元素的平均加样回收率为 91.34%~110.11% (RSD 为 0.66%~6.80%)。结果表明, 该方法准确度较高, 结果见表 4。

表 4 5 种重金属元素的加样回收率测定结果 ( $n=6$ )

Tab 4 Determination results of recovery rates of 5 heavy metals ( $n=6$ )

元素	样品含量, $\mu\text{g}$	加入量, $\mu\text{g}$	测得量, $\mu\text{g}$	平均加样回收率, %	RSD, %
Cu	2.414 1	15.000 0	17.396 0	99.88	1.39
Pb	0.591 0	5.000 0	5.531 0	98.80	4.52
Cd	0.943 3	15.000 0	17.459 7	110.11	0.66
As	0.132 3	15.000 0	13.853 1	91.34	3.47
Hg	0.442 8	0.800 0	1.207 1	95.54	6.80

## 2.9 样品含量测定

取 5 个厂家样品, 按“2.2.1”项下方法制备供试品溶液, 然后按“2.1”项下仪器工作条件进样测定, 根据标准曲线计算二十五味珊瑚丸中 5 种重金属的含量。结果, 不同厂家样品中重金属含量差异较大, Cu 元素的含量范围为 8.208 1~10.294 0 mg/kg, Pb 元素的含量范围为 2.027 5~18.720 3 mg/kg, Cd 元素含量范围为 2.879 9~3.654 9 mg/kg, As 元素的含量为 0.319 8~12.325 4 mg/kg, Hg 元素含量为 0.717 1~4.974 2 mg/kg, 结果见表 5。

表 5 5 个厂家样品中 5 种重金属元素含量的测定结果 (mg/kg,  $n=6$ )

Tab 5 Results of contents determination of 5 heavy metals in samples from 5 manufacturers (mg/kg,  $n=6$ )

厂家	Cu	Pb	Cd	As	Hg
A	9.794 7	7.969 0	2.904 9	10.680 8	4.974 2
B	10.136 9	6.134 7	2.879 9	0.707 1	4.947 9
C	8.208 1	2.027 5	3.187 0	0.404 0	1.442 5
D	8.547 9	18.720 3	3.654 9	0.319 8	1.072 4
E	10.294 0	10.170 7	2.983 1	12.325 4	0.717 1

## 3 讨论

参照我国《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》

中重金属限量标准<sup>[15]</sup>: Cu 元素含量应  $\leq 20.0$  mg/kg, Pb 元素含量应  $\leq 5.0$  mg/kg, Cd 元素含量应  $\leq 0.3$  mg/kg, As 元素含量应  $\leq 2.0$  mg/kg, Hg 元素含量应  $\leq 0.2$  mg/kg。本研究结果显示, 5 个厂家的样品中 Cu 含量均未超出限量, Cd、Hg 含量均超出了限量, 5 个厂家中仅有 C 厂生产的样品中 Pb 含量未超出限量, A、E 2 个厂家生产的样品中 As 含量均超出了限量。

由于二十五味珊瑚丸样品在制备成溶液后, 其中的 Cu、Pb 和 Cd 元素在乙炔-空气产生的火焰中可以有效地被原子化, 产生理想的检测信号, 加之火焰原子吸收法具有重现性好、分析速度快、操作简便等优点, 所以笔者采用空气-乙炔火焰原子吸收分光光度法测定样品中的 Cu、Pb 和 Cd 含量。参考 2015 年版《中国药典》(四部)通则 0406 第一法<sup>[14]</sup>, 样品溶液中的 As 和 Hg 元素在酸性介质中被还原成低沸点、易分解的氢化物或者蒸气, 然后在吸收池中被原子化, 再进行原子吸收信号的检测, 可以得到较准确的结果, 所以本研究采用氢化物发生原子吸收分光光度法测定样品中 As 和 Hg 元素含量。

二十五味珊瑚丸生产厂家众多, 为较全面地反映其中重金属的含量情况, 笔者选择西藏 4 个不同地区的 5 个厂家的产品作为检测样品。结果表明, 5 个厂家的产品都有一定程度的重金属超标问题。结合之前针对藏药重金属含量的一些研究<sup>[16]</sup>, 发现二十五味珊瑚丸等藏药的重金属超标问题已不容忽视。

综上所述, 本研究采用原子吸收分光光度法测定了二十五味珊瑚丸中 Cu、Pb、Cd、As、Hg 5 种重金属元素的含量, 方法准确、可靠, 结果可为二十五味珊瑚丸的质量控制提供重要的试验依据。

## 参考文献

- [1] 德吉措姆, 尼珍, 阿萍, 等. HPLC 法测定藏药二十五味珊瑚丸中乌头碱限量[J]. 中国药品标准, 2011, 12(2): 99-101.
- [2] 张宏宇, 阿昔洛韦联合二十五味珊瑚丸治疗带状疱疹[J]. 中国中西医结合皮肤性病杂志, 2012, 11(1): 44-45.
- [3] 杜文兵, 黄福开, 罗远带, 等. 二十五味珊瑚丸药理及临床研究进展[J]. 世界中西医结合杂志, 2013, 8(5): 132-134.
- [4] 焦艳, 姚博, 周琪, 等. 二十五味珊瑚丸对继发性脊髓损伤中腺苷的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2013, 22(28): 3090-3092.
- [5] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[S]. 2015 年版. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 434-435.
- [6] 李敏, 华桦, 赵军宁, 等. 二十五味珊瑚丸大鼠长期毒性试验铜、汞、铅体内分布研究[J]. 中药药理与临床, 2010, 26(5): 537-540.
- [7] 刘兰, 扎西琼达, 大边巴, 等. 藏药二十五味珊瑚丸中微量元素铜铁含量分析[J]. 微量元素与健康研究, 2015, 32(2): 32-33.
- [8] 毛萌, 任小巧, 杨秀岩, 等. 藏药质量标准现状及其研究对策[J]. 中医杂志, 2015, 56(8): 640-644.



# 薤白对高脂血症模型大鼠血脂水平的影响及机制研究<sup>Δ</sup>

鞠楷\*, 万语嫣, 张开莲<sup>#</sup>(西南医科大学药学院, 四川 泸州 646000)

中图分类号 R285.5 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2018)07-0976-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2018.07.27

**摘要** 目的:考察薤白对高脂血症模型大鼠血脂水平的影响及机制,为薤白降血脂的临床应用提供参考。方法:取10只正常大鼠作为正常对照组,饲以普通饲料;另取50只大鼠饲以高脂饲料,复制高脂血症大鼠模型。取成模大鼠40只随机分为模型组(饲以高脂饲料)和薤白低、中、高剂量组(0.83、1.67、2.50 g/kg,分别饲以含10%薤白的高脂饲料8.3、16.7、25.0 g/kg,不足采食量者用高脂饲料补足)。饲养45 d后,检测大鼠血清中总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、低密度脂蛋白(LDL-C)、高密度脂蛋白(HDL-C)含量,计算大鼠肝、脾、肾、心脏指数,并检测大鼠肝组织中低密度脂蛋白受体(LDLR)、肝X受体 $\alpha$ (LXR $\alpha$ ) mRNA表达水平。结果:与正常对照组比较,模型组大鼠血清中TC、LDL-C含量和肝指数显著升高,血清中HDL-C含量和肝组织中LDLR、LXR $\alpha$  mRNA表达水平显著降低,差异均有统计学意义( $P < 0.01$ )。与模型组比较,薤白各剂量组大鼠血清中TC、LDL-C含量显著降低,HDL-C含量显著升高;且薤白中、高剂量组大鼠肝组织中LDLR、LXR $\alpha$  mRNA表达水平显著升高,肝、脾指数显著降低,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )。结论:薤白具有较好的降血脂作用,其机制可能与上调肝组织中LDLR、LXR $\alpha$  mRNA的表达有关。

**关键词** 薤白;高脂血症;降血脂;低密度脂蛋白受体;肝X受体 $\alpha$ ;大鼠

## Study on the Effect and Mechanism of *Allii Macrostemonis Bulbus* on Blood Lipid Levels in Hyperlipidemia Model Rats

JU Kai, WAN Yuyan, ZHANG Kailian (School of Pharmacy, Southwest Medical University, Sichuan Luzhou 646000, China)

**ABSTRACT** **OBJECTIVE:** To investigate the effect and mechanism of *Allii macrostemonis bulbus* on blood lipid levels in hyperlipidemia model rats, and to provide reference for clinical use of *Allii macrostemonis bulbus* to reduce blood lipid. **METHODS:** A total of 10 normal rats were included in normal control group and given common diet. Other 50 rats were given hyperlipid diet to induce hyperlipidemia rat model. 40 model rats were randomly divided into model group (hyperlipid diet), *Allii macrostemonis bulbus* low-dose, medium-dose and high-dose groups (0.83, 1.67, 2.50 g/kg, fed by hyperlipid diet which containing 10% *Allii macrostemonis bulbus* 8.3, 16.7, 25.0 g/kg, fill with hyperlipid feed in patients with insufficient food intake). After fed for 45 d, the contents of TC, TG, LDL-C and HDL-C in serum of rats were detected. Liver, spleen, renal and cardiac indexes of rats were calculated. mRNA expression of low density lipoprotein receptor (LDLR) and liver X-receptor  $\alpha$  (LXR $\alpha$ ) were detected in liver tissue of rats. **RESULTS:** Compared with normal control group, the contents of TC and LDL-C in serum and liver index of rats were increased significantly in model group, while the content of HDL-C in serum and mRNA expressions of LDLR and LXR $\alpha$  in liver tissue were decreased significantly, with statistical significance ( $P < 0.01$ ). Compared with model group, the contents of TC and LDL-C in serum were decreased significantly in *Allii macrostemonis bulbus* groups, while the content of HDL-C was increased significantly. mRNA expressions of LDLR and LXR $\alpha$  in liver tissue were increased significantly in *Allii*

[9] 蓝元华,黄敏,何进.引重金属入药是否会限制藏药的发展[J].西藏医药,2008,29(2):53-54.

[10] 袁迎.3种中药重金属成分铅、镉的含量分析[J].中国药房,2007,18(6):447-448.

[11] 徐万帮,肖钧,蒋忠军,等.香砂六君丸有害元素检测与限度评估[J].时珍国医国药,2013,24(9):2281-2283.

[12] 陈燕,易进海,刘玉红,等.二十五味珊瑚丸中酯型生物碱

和硫化汞的含量测定[J].中国实验方剂学杂志,2010,16(3):44-47.

[13] 刘凤玲,李子璇,聂丽娟,等.藏药二十五味珊瑚丸中马兜铃酸A及汞盐等重金属含量测定[J].西藏大学学报(自然科学版),2015,30(2):65-70.

[14] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:四部[S].2015年版.北京:中国医药科技出版社,2015:42.

[15] 商务部.药用植物及制剂外经贸绿色行业标准[S].北京:中国标准出版社,2005:1.

[16] 张勇仓,刘兰,达娃,等.原子吸收分光光度法测定回生甘露丸中重金属[J].中成药,2016,38(2):329-331.

<sup>Δ</sup> 基金项目:2015年泸州市人民政府——四川医科大学科技战略合作项目[No.2015LZCYD-S07(2/5)]

\* 药师,硕士。研究方向:药物分析。电话:0830-3162291。E-mail:jukai2012@sina.com

<sup>#</sup> 通信作者:教授,硕士。研究方向:药物分析。电话:0830-3162291。E-mail:zk166@swmu.edu.cn

(收稿日期:2017-09-05 修回日期:2017-11-28)

(编辑:林静)