

## D101 型大孔树脂纯化附子生物碱

彭拓华<sup>1\*</sup>, 张少俊<sup>1</sup>, 钟世顺<sup>1</sup>, 杨毅达<sup>2</sup>, 杨彤<sup>1</sup>

(1. 广东省生物制品与药物研究所, 广州 510440; 2. 广东药学院, 广州 510123)

**[摘要]** 目的:研究附子生物碱经 D101 型大孔树脂富集后化学成分的变化。方法:以附子中总生物碱、酯型生物碱、乌头碱、次乌头碱及新乌头碱的转移率为指标,采用 UV, HPLC, TLC 分别对富集前后附子提取物中的生物碱进行含量测定及其成分鉴别。结果:采用 D101 型大孔树脂富集附子生物碱,总生物碱转移率 83.70%, 纯度 67.34%; 乌头碱转移率 77.78%, 次乌头碱转移率 94.12%, 新乌头碱转移率 52.63%; TLC 比较发现显示 6 个相似的生物斑点,说明富集前后生物碱化学成分无明显差异。结论:D101 型大孔树脂能有效提高附子中总生物碱的纯度,且各生物碱转移率较高,可用于大生产推广。

**[关键词]** 附子; 总生物碱; 总酯型生物碱; 乌头碱; 次乌头碱; 新乌头碱

**[中图分类号]** R283.6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2012)06-0016-05

## Enrichment and Purification of Alkaloids from *Aconitum carmichaelii* with D101 Macroporous Resin

PENG Tuo-hua<sup>1\*</sup>, ZHANG Shao-jun<sup>1</sup>, ZHONG Shi-shun<sup>1</sup>, YANG Yi-da<sup>2</sup>, YANG Tong<sup>1</sup>

(1. Guangdong Provincial Institute of Biological Products and Materia Medica, Guangzhou 510440, China;  
2. Guangdong College of Pharmacy, Guangzhou 510123, China)

**[Abstract]** **Objective:** To research chemical composition change after enrichment and purification of alkaloids from *Aconitum carmichaelii* with D101 macroporous resin. **Method:** Taking transfer rate of total alkaloids, diester diterpenoid alkaloids, aconitine, hypaconitine and mesaconitine as indexes, before and after purification, the content of alkaloids from extracts of *A. carmichaelii* was determined by UV and HPLC, ingredients of alkaloids differentiated by TLC. **Result:** Alkaloids from *A. carmichaelii* was enriched by D101 macroporous resin, transfer rate and purity of total alkaloids were 83.70%, 67.34%, respectively; Transfer rate of aconitine, hypaconitine and mesaconitine were 77.78%, 94.12%, 52.63%; It showed 6 similar biological

**[收稿日期]** 20111010(004)

**[基金项目]** 广州市科技攻关重点项目(2005Z2-E5071)

**[通讯作者]** \* 彭拓华, 副主任中药师, 学士, 从事中药新药及中药作用机制研究, Tel:020-86087837, E-mail:pth\_yw@126.com

- [5] 苏卫国, 董艳, 童应凯. 无花果枝、叶、果实生理活性物质的测定[J]. 天津农学院学报, 2001, 8(1): 24.
- [6] 杨润亚, 明永飞, 王慧. 无花果叶中总黄酮的提取及其抗氧化活性测定[J]. 食品科学, 2010, 31(16): 78.
- [7] 彭珊珊, 肖峰. 无花果叶、番石榴叶中黄酮类化合物的提取与测定[J]. 食品科学, 2005, 26(9): 300.
- [8] 易海燕, 何桂霞, 欧阳文, 等. 大孔树脂分离纯化藤茶总黄酮的研究[J]. 中草药, 2011, 42(1): 74.
- [9] 张亚梅, 张小娟, 简晖, 等. 大孔吸附树脂纯化山蜡梅叶中总黄酮的研究[J]. 中草药, 2009, 40(2): 1226.
- [10] 郁建生, 杨冰. 千里光总黄酮的分离纯化研究[J]. 中草药, 2009, 40(12): 1911.
- [11] 洪雪娥, 高荫榆, 罗丽萍, 等. 大孔树脂对薯蓣黄酮吸附分离特性研究[J]. 食品科学, 2006, 27(10): 423.
- [12] 何琦, 及元乔, 丁立生, 等. D140 大孔吸附树脂银杏黄酮提取纯化性能研究[J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(1): 56.

[责任编辑 全燕]

spots by TLC comparison, this indicated that there was no significant difference before and after enrichment of alkaloids composition. **Conclusion:** D101 type macroporous resin could effectively enhance purity of total alkaloids from *A. carmichaelii* with high transfer rate of alkaloids, it could be used for production promotion.

[ **Key words** ] *Aconitum carmichaelii*; total alkaloids; total diester diterpenoid alkaloids; aconitine; hyaconitine; mesaconitine

附子辛、甘,大热,有毒,具有回阳、温中、止痛、祛风除湿等作用<sup>[1]</sup>。其有效成分为乌头类生物碱,毒性主要由双酯型乌头碱类生物碱如乌头碱、美沙乌头碱等引起<sup>[2]</sup>。因此其有效成分充分提取及有毒成分的控制均很重要。附子生物碱传统提取工艺一般采用醇提法、水提醇沉法,得到的提取物中生物碱纯度较低。近年国内不少学者采用大孔树脂富集纯化附子生物碱,能去掉大量的水溶性杂质,提高生物碱的纯度,转移率可达到71%<sup>[3-4]</sup>,但未对其富集纯化物的化学成分进行全面系统地研究,尤其毒性成分的转移率。本文针对这一问题进行探索,以确保其制剂的安全有效。

## 1 材料

UV-2201型紫外-可见分光光度计(日本岛津), Waters 551-966型高效液相色谱仪(美国Waters公司), 939-X型薄层制备仪(重庆南岸贝尔德仪器技术厂), Mettler AE-240型电子分析天平(瑞士Mettler公司), pH-3TC型精密数显酸度计(上海雷磁仪器厂)。

附子饮片购自广东省药材公司,经广东省药物研究所张电光副主任药师鉴定为毛茛科植物乌头 *Aconitum carmichaelii* Debx. 的子根的加工品。乌头碱、次乌头碱、新乌头碱对照品(批号依次为110720-200410, 110798-200404, 110799-200404), 均购自中国药品生物制品检定所, D101型大孔吸附树脂(净品级,天津市海光化工有限公司), 二氯甲烷为色谱纯, 溴甲酚绿等为化学纯, 乙醇、三氯甲烷等为分析纯。

**pH缓冲溶液** 取醋酸钠0.3 g, 加适量水溶解, 加冰醋酸11.2 mL, 再加水至1 000 mL, 混匀, 用pH计测定该溶液的pH 3.05。

**0.1%溴甲酚绿溶液** 取溴甲酚绿0.2 g, 用0.05 mol·L<sup>-1</sup>氢氧化钠溶液3.2 mL研磨, 加水溶解至200 mL, 滤过, 以三氯甲烷除去脂溶性杂质。

高氯酸试液、高氯酸铁试液、碱性盐酸羟胺试液按2010年版《中国药典》一部附录配制<sup>[5]</sup>。

## 2 方法与结果

### 2.1 样品溶液的制备<sup>[6-7]</sup>

**2.1.1 富集前样品溶液** 称取附子饮片500 g, 加10倍量85%乙醇提取2次, 每次1.75 h, 合并2次提取液, 离心20 min, 取其上清液, 回收乙醇, 水浴蒸至无醇味后, 加蒸馏水稀释至2 000 mL, 混匀, 即得0.25 g·mL<sup>-1</sup>的样品溶液I。

**2.1.2 富集后样品液<sup>[6]</sup>** 量取D101型大孔树脂60.0 mL装柱, 径高比1:2.5, 取样品溶液I 330 mL, 调节pH 5.0, 上柱, 预吸附1 h后, 放出溶液, 流速1.5 mL·min<sup>-1</sup>, 蒸馏水清洗杂质, 流速5 mL·min<sup>-1</sup>, 80%乙醇500 mL洗脱, 收集洗脱液, 回收乙醇, 蒸馏水定容至330 mL, 摇匀, 即得0.25 g·mL<sup>-1</sup>的样品溶液II。

### 2.2 总酯型生物碱含量测定

**2.2.1 乌头碱对照品溶液的制备** 精密称取乌头碱对照品40.40 mg, 置25 mL量瓶中, 用无水乙醇溶解并稀释至刻度, 摇匀, 即得1.616 g·L<sup>-1</sup>的乌头碱对照品溶液。

**2.2.2 供试品溶液的制备** 量取附子样品溶液I, II各80 mL, 浓缩成干膏, 置具塞锥形瓶中, 加乙醚100 mL与氨试液8 mL, 摇匀, 放置过夜, 滤过, 残渣加乙醚100 mL, 连续振摇1.5 h, 滤过; 残渣用乙醚洗涤3次, 每次30 mL, 滤过, 滤液合并, 低温挥干; 残渣加三氯甲烷10 mL溶解, 并用三氯甲烷10 mL分次洗涤容器, 转入分液漏斗中, 0.05 mol·L<sup>-1</sup>硫酸溶液提取3次, 每次10 mL, 酸液依次用三氯甲烷20 mL振摇洗涤, 合并酸液, 加氨试液调节pH 9, 再用三氯甲烷提取3次, 每次20 mL, 三氯甲烷液依次用水40 mL振摇洗涤, 合并三氯甲烷液, 低温挥干, 残渣加无水乙醇溶解, 置5 mL量瓶中, 并稀释至刻度, 摇匀, 即得对应的供试品溶液I, II。

**2.2.3 标准曲线制备<sup>[8-9]</sup>** 精密量取对照品溶液0.50, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3 mL, 分别置25 mL量瓶中, 加无水乙醇使成3 mL, 各精密加入碱性盐酸羟胺试液1.5 mL, 摇匀, 在60~65℃水浴中保温10 min, 放冷, 加高氯酸铁试液13 mL, 摇匀, 放置5 min, 精密加入高氯酸试液3 mL, 用高氯酸铁试液稀释至刻度, 摇匀, 放置15 min, 以相应试剂为空白, 作为做空白对照, 在(520±1) nm的波长处测定吸光

度,求得回归方程  $Y = 2.7362X - 0.0067$  ( $r = 0.9999$ ),表明乌头碱在 32 ~ 194  $\mu\text{g}$  呈线性关系。

**2.2.4 精密度试验** 分别吸取上述乌头碱对照品溶液 5 份,每份 1.5 mL,按 2.2.3 项下操作,测定其吸光度,结果 RSD 2.01%,说明本试验精密度较好。

**2.2.5 稳定性试验** 分别吸取上述乌头碱供试品溶液 I 5 份,每份 1.5 mL,按 2.2.3 项下操作,分别在 1,2,3,4,5 h 测定吸收值,结果 RSD 0.56%,表明在 5 h 内稳定。

**2.2.6 加样回收试验** 分别精密吸取附子样品溶液 I 2.5 mL 与乌头碱对照品溶液 1.0 mL,混匀,按照 2.2.2 项下制备供试品溶液,按 2.2.3 项下操作,测定分析计算结果。结果见表 1。

表 1 乌头碱加样回收率试验

No.	样品中量 /mg	加入量 /mg	测得量 /mg	回收率 /%	平均值 /%	RSD /%
1	1.625 2	1.616 0	311.544 1	96.12		
2	1.625 2	1.616 0	319.387 8	98.54		
3	1.625 2	1.616 0	308.821 5	95.28	96.29	1.34
4	1.625 2	1.616 0	309.988 4	95.64		
5	1.625 2	1.616 0	310.766 3	95.88		

**2.2.7 富集前后总酯型生物碱含量测定** 按供试品溶液制备方法和标准曲线制备方法操作,对样品溶液 I, II 进行测定,平行操作 3 次。计算富集前后总酯型生物碱质量浓度分别为 23.75, 20.08  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,总酯型生物碱转移率 83.07%。

### 2.3 总生物碱含量测定

**2.3.1 乌头碱对照品溶液的配制** 精密称取乌头碱对照品 6.29 mg,置 50 mL 量瓶中,加 0.01  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸溶液使溶解,并加至刻度,摇匀,即得 0.125  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  的乌头碱对照品溶液。

**2.3.2 标准曲线制备**<sup>[6]</sup> 精密吸取乌头碱对照品溶液 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.4 mL,置分液漏斗中,各加醋酸缓冲液 5.0 mL 与溴甲酚绿指示剂 2.0 mL,分别加蒸馏水使总体积为 10.0 mL,摇匀,精密加入三氯甲烷 10.0 mL,充分振摇 3 min,静置 1 h 后,分取三氯甲烷层,过滤,弃去初滤液,收集续滤液至已放入 0.5 g 无水硫酸钠的试管中,放置 0.5 h,另一分液漏斗加蒸馏水 1.0 mL,加随行试剂作为做空白对照,于波长(416 ± 1) nm 处测定吸光度,求得回归方程  $Y = 0.0036X - 0.0057$  ( $r = 0.9998$ )。表明乌头碱对照品溶液在 25 ~ 175  $\mu\text{g}$  呈良好线性关系。

**2.3.3 附子总生物碱富集前后含量的测定** 精密

吸取附子样品溶液 I, II 各 10 mL,置分液漏斗中,以浓氨水调节 pH 10 ~ 11,用三氯甲烷提取 3 次,每次 10 mL,合并三氯甲烷层,置水浴上蒸干,残渣加 0.01  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸溶液使溶解至 10 mL。精密吸取 2 mL 至分液漏斗中,按 2.3.2 项下操作,测定吸光度,平行操作 3 次。计算富集前后总生物碱质量浓度分别为 776.67, 650.08  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,富集前后总生物碱的转移率 83.70%。

**2.4 附子富集前后总生物碱纯度的比较** 参照 2010 年版《中国药典》<sup>[8]</sup>,取各样品溶液 10 mL,置已恒重的蒸发皿中水浴蒸干,105  $^{\circ}\text{C}$  下干燥 3 h,取出置干燥器中放冷 30 min,称重。按下式计算富集前后样品液总固物分别为 3.08, 0.96  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,总生物碱纯度分别为 25.25%, 67.34%。

$$\text{样品液总固物} = [(W_2 - W_1) / 10] \times 100\%$$

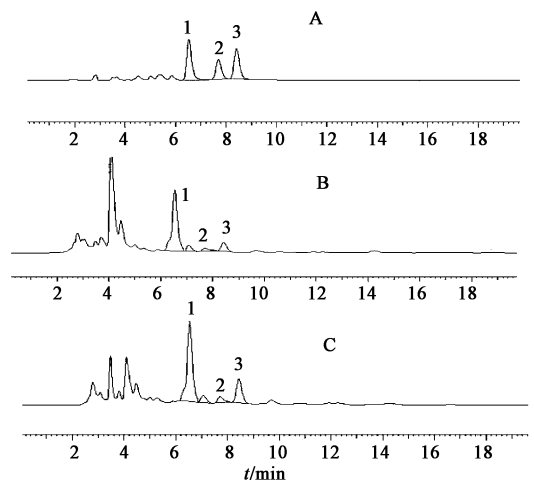
式中  $W_2$  为带样品液的蒸发皿重,  $W_1$  为蒸发皿重。

$$\text{总生物碱纯度} = \frac{\text{样品液中总生物碱的含量}}{\text{样品液总固物}} \times 100\%$$

### 2.5 次乌头碱、乌头碱、新乌头碱含量的测定<sup>[10]</sup>

**2.5.1 对照品溶液的配制** 精密称取次乌头碱对照品、乌头碱对照品、新乌头碱对照品适量,用二氯甲烷定容至 25 mL,摇匀,配制成含次乌头碱溶液 40.4  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、乌头碱溶液 33.6  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、新乌头碱溶液 34.4  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的混合对照品溶液。

**2.5.2 色谱条件** Welch Materials column XB-C<sub>18</sub> 色谱柱 (4.6 mm × 250 mm, 5  $\mu\text{m}$ ),流动相 20  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  乙酸胺-甲醇 (40:60),稀乙酸调节 pH 2.5,流速 1  $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ,柱温 35  $^{\circ}\text{C}$ ,检测波长 235 nm。见图 1。



A. 对照品; B. 附子富集前提取物; C. 附子富集纯化后提取物

1. 次乌头碱; 2. 乌头碱; 3. 新乌头碱

图 1 附子 HPLC

**2.5.3 供试品溶液的制备** 精密吸取附子样品溶液 I, II 各 40 mL, 水浴蒸干, 分别加甲醇 50 mL, 超声处理(功率 500 W, 频率 40 kHz) 1 h, 滤过, 滤液蒸干, 残渣加 0.5 mol·L<sup>-1</sup> 乙酸溶液 10 mL 使溶解, 置分液漏斗中, 用三氯甲烷提取 2 次, 每次 10 mL, 弃去三氯甲烷层, 水层用 0.5 mol·L<sup>-1</sup> 氢氧化钠溶液调 pH 9~10, 用三氯甲烷提取 4 次(15, 10, 10, 10 mL) 合并提取液, 蒸干, 残渣加甲醇使溶解, 置 10 mL 量瓶, 用甲醇稀释至刻度, 摇匀, 即得供试品溶液 I, II。

**2.5.4 线性关系考察** 精密吸取上述 3 种对照品混合溶液 0.2, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0 mL, 分别置于 25 mL 量瓶中, 用甲醇定容至刻度, 摇匀, 得系列质量浓度的对照品溶液。精密吸取 20 μL 注入液相色谱仪, 测定。以进样量为横坐标, 峰面积为纵坐标进行线性回归, 绘制标准曲线, 得次乌头碱、乌头碱、新乌头碱回归方程分别为  $Y = 0.044 + 0.038X$  ( $r = 0.9994$ ),  $Y = 0.287 + 0.106X$  ( $r = 0.9996$ ),  $Y = 0.021 + 0.062X$  ( $r = 0.9998$ ); 线性范围分别为 0.0065~0.2752, 0.0054~0.2688, 0.0055~0.2752 μg。

**2.5.5 精密度试验** 取对照品溶液重复进样 5 次, 每次 20 μL。计算含量。结果次乌头碱、乌头碱和新乌头碱的 RSD 分别为 1.3%, 1.6%, 0.8%, 表明精密度良好。

**2.5.6 稳定性试验** 精密吸取供试品溶液 20 μL, 重复进样 5 次, 每次间隔 2 h, 计算含量, 结果表明供试品溶液在 8 h 内稳定。

**2.5.7 重复性试验** 精密吸取样品液 I 5 份, 按照 2.5.3 项下制备成供试品溶液, 在上述色谱条件下进行分析, 计算含量。结果次乌头碱、乌头碱和新乌头碱的 RSD 分别为 2.33%, 2.45%, 2.28%。表明本方法重复性良好。

**2.5.8 回收率试验** 取样品液 I 15 份, 分别精密加入次乌头碱、乌头碱和新乌头碱对照品适量, 按照 2.5.3 项下制备成供试品溶液, 在上述色谱条件下进行分析, 计算回收率, 结果见表 2。

**2.5.9 含量测定** 分别精密吸取对照品溶液与供试品溶液 I, II 各 20 μL, 注入液相色谱仪中分析, 计算次乌头碱、乌头碱、新乌头碱含量及其各自大孔树脂富集前后的转移率, 结果分别为 94.12%, 77.78%, 52.63%。

**2.6 附子生物碱大孔树脂富集纯化前后的 TLC 比较<sup>[11]</sup>**

表 2 次乌头碱、乌头碱和新乌头碱 3 种成分加样回收率试验

测定成分	样品中含量/mg	测得量/mg	回收率/%	平均值/%	RSD/%
次乌头碱	0.083 2	0.172 2	102.2	98.8	2.2
	0.084 2	0.164 9	97.3		
	0.086 3	0.166 3	96.9		
	0.085 1	0.167 3	98.2		
	0.084 4	0.168 7	99.4		
乌头碱	0.011 3	0.021 8	96.2	98.32	2.6
	0.010 9	0.022 0	98.7		
	0.012 1	0.024 1	102.5		
	0.011 5	0.022 3	97.4		
	0.013 0	0.023 6	96.8		
新乌头碱	0.023 81	0.046 9	98.4	99.38	3.0
	0.024 22	0.046 9	97.5		
	0.023 65	0.048 2	101.3		
	0.022 97	0.048 5	103.5		
	0.023 10	0.045 2	96.2		

注: 乌头碱、次乌头碱、新乌头碱加入量分别为 0.011 4, 0.085 3, 0.023 9 mg。

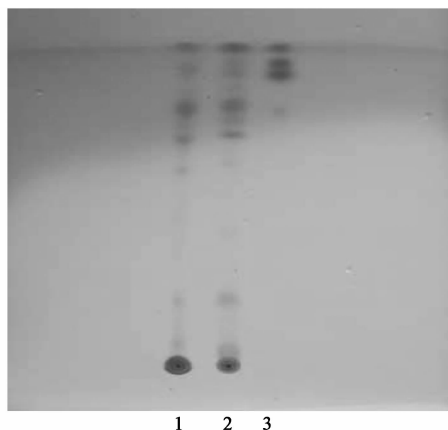
**2.6.1 供试品溶液的制备** 分别取相当于 8 g 药材的样品液 I, II, 水浴蒸干后, 残渣用甲醇使溶解, 再分别移入 2 mL 量瓶中, 加甲醇至刻度, 摇匀, 即得富集前供试品 I 和富集后供试品 II 溶液。

**2.6.2 对照品溶液的制备** 取乌头碱对照品、次乌头碱对照品和新乌头碱对照品各 2 mg, 精密称定, 置 2 mL 量瓶中, 用甲醇溶解并稀释至刻度, 摇匀, 制成含混合对照品 2 g·L<sup>-1</sup> 的对照品溶液。

**2.6.3 点样与展开** 分别精密吸取对照品溶液 5 μL, 富集前供试品溶液 I 和富集后供试品溶液 II 各 10 μL 点于同一块硅胶 G 薄层板上, 用乙醚-三氯甲烷-甲醇(4:8:3) 为展开剂, 氨水预饱和 30 min 后展开, 展距为 15 cm, 取出, 晾干, 碘蒸气显色, 结果见图 2。

### 3 讨论

按《中国药典》2005 年版一部, 用酸性染料比色法测附子双酯型生物碱, 实验发现加入高氯酸 8 mL 后样品液出现浑浊, 影响测定; 根据相关文献调整了加入高氯酸染色剂的量, 最终将高氯酸用量改为 3 mL, 无混浊现象。同时对改良的含量测定方法进行了方法学考察, 方法可行。TLC 文献展开系统是乙醚-三氯甲烷-甲醇(1:2:1), 发现该系统极性大, 乌



1. 富集前供试品 I ; 2. 富集后供试品 II ; 3. 新乌头碱、  
乌头碱、次乌头碱对照品溶液(由上到下)

图 2 附子生物碱富集前后的 TLC 比较

头碱、次乌头碱和中乌头碱无法分离,后降低甲醇比例,分离效果较好。生物碱有 3 种显色方法:碘蒸气、碘化铋钾溶液和碘化钾溶液。实验比较发现碘蒸气显色最为敏感,其他比较弱,故选用碘蒸气显色。

纯度、有效成分的转移率是评价大孔树脂工艺的重要指标。本试验附子总生物碱经 D101 型大孔树脂富集纯化后,纯度由 25.25% 提高到 67.34%,除去了一部分杂质<sup>[4]</sup>,转移率亦达到 83.70%,但其中毒性最大的乌头碱及新乌头碱的转移率都低于这个平均值,毒性较小的次乌头碱的转移率则相反,因此从化学角度认为附子生物碱经 D101 型大孔树脂富集纯化后毒性比富集前有所降低。TLC 图谱显示,附子富集纯化物的生物碱大部分与富集前的成分相对应,均显示 6 个相似的生物碱斑点,且斑点比较圆整,清晰,颜色加深,说明 D101 型大孔树脂

能够富集纯化附子生物碱,附子生物碱富集前后成分不改变,而且去除大量的杂质。因此从化学成分角度初步论证附子生物碱用 D101 型大孔树脂富集纯化工艺是可行的。

### [参考文献]

- [1] 郑虎占,董泽宏,余靖. 中药现代化研究与应用. 第 3 卷[M]. 北京: 学苑出版社,1998: 2568.
- [2] 周远鹏. 附子及其主要成分的药理作用和毒性[J]. 药学学报,1983, 18(5): 394.
- [3] 杨桦,邓晓静,易红. 大孔吸附树脂用于川草乌中总生物碱的分离提取[J]. 中成药, 2000, 22(8): 536.
- [4] 赵伟镭,唐星. 附子总生物碱的提取纯化工艺[J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(7): 433.
- [5] 中国药典. 一部[S]. 2010;附录 XV.
- [6] 梁春妹,严汝庆. 附子生物碱提取影响因素的实验探讨[J]. 中国中药杂志, 2004, 29(3): 222.
- [7] 张少俊,彭拓华,钟世顺,等. D101 型大孔吸附树脂富集纯化附子中总生物碱的工艺研究[C]. 中草药与天然药物研究暨萃取分离新技术、新产品交流研讨会,深圳,2009: 111.
- [8] 中国药典. 一部[S]. 2005;27,附录 63.
- [9] 李兰芳,赵淑云,蓝庆荣,等. 附子及其几种制剂中剧毒生物碱的含量测定[J]. 中成药, 1987, 19(8): 13.
- [10] 项杰,王阳雪,侯大兵,等. 反相高效液相色谱法测定附子有效成分含量的方法研究[J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2006, 43(1): 165.
- [11] 李奎鸾,柯尊洪,林涛. 附子中乌头碱的薄层鉴定[J]. 华西医科大学学报, 1994, 16(1): 13.

[责任编辑 仝燕]

## 本刊欢迎网上投稿

《中国实验方剂学杂志》2010 年正式施行网上投稿,请登录本刊网站 [www.syfjxzz.com](http://www.syfjxzz.com) 注册会员,登陆采编系统之后按照提示在线投稿。本刊对网上来稿免收稿件处理费。编辑部对来稿有修改权。经审后,如录用,请按通知要求交纳论文发表费。详见本刊稿约。