

天山花楸枝叶中总黄酮、氰苷的大孔吸附树脂纯化工艺优选

何家伟, 常军民*, 张薇, 刘玉花, 王岩
(新疆医科大学药学院, 乌鲁木齐 830011)

[摘要] **目的:** 优选大孔吸附树脂纯化天山花楸枝叶中总黄酮、氰苷类成分的工艺条件。**方法:** 以比吸附量、吸附率、洗脱率为指标, 采用静态吸附试验筛选大孔树脂, 单因素试验考察上样液质量浓度、吸附流速、树脂柱径高比、洗脱剂浓度、洗脱流速等工艺参数对纯化工艺的影响。**结果:** 采用 HPD-100 型大孔吸附树脂, 优选的纯化工艺为上样液质量浓度 $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 最大上样量 2.2 g 生药/ g 干树脂, 径高比 1:6, 吸附流速 $2 \text{ BV} \cdot \text{h}^{-1}$, 上样后静置 30 min, 加 50% 乙醇 4 BV 以 $2 \text{ BV} \cdot \text{h}^{-1}$ 流速, 收集洗脱液。**结论:** HPD-100 型大孔树脂对天山花楸枝叶中总黄酮、氰苷纯化效果较好, 乙醇洗脱物中有效部位质量分数 > 50%。

[关键词] 天山花楸; 总黄酮; 氰苷; 大孔吸附树脂; 纯化

[中图分类号] R283.6, R284.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2013)16-0038-05

[doi] 10.11653/syfy2013160038

Optimization of Purification Technology for Total Flavonoids and Cyanogenetic Glycosides in Leaves of *Sorbus tianschanica* by Macroporous Resin

HE Jia-wei, CHANG Jun-min*, ZHANG Wei, LIU Yu-hua, WANG Yan
(College of Pharmacy, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China)

[Abstract] **Objective:** To optimize purification technology of total flavonoids and cyanogenetic glycosides in leaves of *Sorbus tianschanica* by macroporous resin. **Method:** With absorption capacity, absorption rate and desorption rate as indexes, 5 different macroporous resins were screened by static adsorption test, effects of the concentration of sample solution, ratio of diameter to height, adsorption velocity, the concentration of ethanol, elution velocity and other process parameters on purification technology of total flavonoids and cyanogenetic glycosides in leaves of *S. tianschanica* were investigated by single factor tests. **Result:** HPD-100 resin was adopted, its optimum purification technology was as following: absorption capacities of crude drugs to resin $2.2 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$, the concentration of sample solution $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ with ratio of diameter to height at 1:6, adsorption velocity at $2 \text{ BV} \cdot \text{h}^{-1}$, standing for 30 min, eluted with 4 BV 50% ethanol, elution velocity $2 \text{ BV} \cdot \text{h}^{-1}$, collected eluent. **Conclusion:** HPD-100 resin could be used successfully to purify total flavonoids and cyanogenetic glycosides in leaves of *S. tianschanica* with the mass fraction of effective part in ethanol eluate was more than 50%.

[Key words] *Sorbus tianschanica*; total flavonoids; cyanogenetic glycoside; macroporous resin; purification

天山花楸为落叶乔木或灌木, 主要分布于新疆

哈密至伊犁的天山山脉里^[1-2], 是维吾尔和哈萨克族民间常用药材。其富含黄酮类、生氰苷类、花青素、双联苯酚等成分^[3-4], 具有止咳、祛痰、平喘、抗炎、保护心肌缺血等作用^[5-7]。本课题组拟将天山花楸开发成为具有抗哮喘作用的中药五类新药“天山花楸平喘胶囊”。

大孔吸附树脂是近 30 年发展起来的一种有机

[收稿日期] 20130306(023)

[基金项目] 新疆维吾尔自治区科技支撑计划(201133127)

[第一作者] 何家伟, 硕士, 从事药物分析研究, Tel: 15026016722, E-mail: 252611797@qq.com

[通讯作者] * 常军民, 教授, 从事天然药物研究, E-mail: cjmjcn2471@yahoo.com.cn

高聚物吸附剂,具有成本低、选择性好、再生处理方便等特点,是一种适合工业化生产的分离、纯化技术^[8-10]。前期研究确定天山花楸中有效部位为总黄酮、氰苷类物质^[11]。本实验以总黄酮、氰苷为指标成分,采用静态吸附试验筛选大孔树脂型号,单因素试验优选天山花楸枝叶中总黄酮和氰苷类成分的大孔树脂纯化工艺条件,为天山花楸的工业化生产提供参考。

1 材料

UV-9100D型紫外分光光度计(北京莱伯泰科仪器有限公司),DHO-9075A型电热鼓风干燥箱(上海恒科仪器有限公司),EYELYN-1000型旋转蒸发器(日本EYELYN公司),BL-1500型电子天平(北京赛多利斯仪器系统有限公司),XS205型电子分析天平(托利多-梅特勒公司)。

芦丁对照品(中国药品生物制品检定所,批号100080-200707),天山花楸(2011年10月中旬采自新疆呼图壁林场,秋季叶尚绿时采收,即时干燥,经新疆医科大学药学院生药学教研室帕丽达教授鉴定为*Sorbus tianschanica* Ruper.的干燥嫩枝叶),HPD-100型大孔吸附树脂(上海摩速科学器材有限公司),HPD-400型大孔吸附树脂(沧州宝恩化工有限公司),S-8、D-101、AB-8型大孔吸附树脂(天津光复精细化工研究所),水为蒸馏水,其他试剂均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 总黄酮的含量测定

2.1.1 对照品溶液的制备 取芦丁对照品约20 mg,精密称定,置100 mL量瓶中,加60%乙醇溶解并定容至刻度,摇匀,即得。

2.1.2 供试品溶液的配制 将天山花楸药材粉碎,过20目筛,取粗粉约10 g,精密称定,置圆底烧瓶中,加15倍量40%乙醇于50℃提取3次,每次1 h,合并提取液,过滤,滤液定容至500 mL,精密吸取4 mL用60%乙醇稀释至25 mL,即得。

2.1.3 检测波长的选择 精密吸取对照品溶液、供试品溶液5.0、4 mL,分别置于25 mL量瓶中,加60%乙醇至6 mL,加5% NaNO₂ 1 mL,放置6 min;加10% Al(NO₃)₃ 1 mL,放置6 min;加4% NaOH 10 mL,用60%乙醇定容至刻度,摇匀,放置15 min,以零浓度管溶液为空白,进行全波长扫描,结果显示对照品溶液在508 nm处有最大吸收,供试品溶液在506 nm处吸光度(A)最大,故选择检测波长508 nm。

2.1.4 线性关系的考察 精密吸取芦丁对照品溶液0,1,2,3,4,5,6 mL,按2.1.3项下方法自“加60%乙醇至6 mL,”至“放置15 min”于508 nm处测定A,以总黄酮质量浓度为横坐标,A为纵坐标,得回归方程 $Y = 12.5132X + 0.0038$ ($r = 0.9993$),线性范围0.008~0.048 g·L⁻¹。

2.1.5 精密度试验 精密吸取芦丁对照品溶液4 mL至25 mL量瓶中,按2.1.3项下方法自“加60%乙醇至6 mL,”至“放置15 min”于508 nm处测定,结果A的RSD 0.04%,表明仪器精密度良好。

2.1.6 重复性试验 取天山花楸药材样品6份,每份10 g,精密称定,按2.1.2项下方法制备供试品溶液,测定,结果A的RSD 1.20%,表明该方法重复性良好。

2.1.7 稳定性试验 取同一供试品溶液分别于制备后0,5,10,15,20,30 min测定A,结果RSD 1.80%,表明供试品溶液显色30 min内基本稳定。

2.1.8 回收率试验 取已知总黄酮质量(0.4385 mg)的天山花楸供试品溶液2 mL,平行6份,分别置25 mL量瓶中,加入芦丁对照品溶液2 mL,测定A,结果总黄酮的平均回收率99.26%,RSD 2.5%。

2.2 氰苷的含量测定^[12-15]

2.2.1 异烟酸-吡啶啉酮溶液 取异烟酸1.5 g至100 mL量瓶中,加2% NaOH溶液24 mL溶解,加水定容至刻度,得异烟酸溶液;称取吡啶啉酮0.25 g,加无水乙醇20 mL溶解,得吡啶啉酮溶液。临用前,将上述2种溶液混合(1:5),即得。

2.2.2 氰化钠标准溶液的制备 取氰化钠约0.19 g,精密称定,加0.1% NaOH溶解并稀释至100 mL,摇匀,避光贮存于棕色瓶中,制得氰离子质量浓度1 g·L⁻¹的贮备液,其准确度需在使用前用硝酸银标准溶液标定(1 mol·mL⁻¹硝酸银标准溶液1 L相当于52.04 g氰离子)。精密吸取氰化钠贮备液适量,置500 mL棕色量瓶中,用0.1% NaOH溶液定容,摇匀,即得氰离子质量浓度10 mg·L⁻¹的氰化钠标准中间溶液。临用前,精密吸取氰化钠标准中间溶液10 mL至100 mL棕色量瓶中,用0.1% NaOH溶液定容,摇匀,即得氰离子质量浓度1.00 mg·L⁻¹的氰化钠标准溶液。

2.2.3 供试品溶液的制备 按2.1.2项下方法自“取天山花楸枝叶粉碎”至“滤液定容至500 mL”制备供试品溶液。

2.2.4 氰化氢的释放和吸收 取供试品溶液50 mL至500 mL蒸馏瓶中,加水至200 mL,加入10%

EDTA 二钠溶液 10 mL,迅速加入磷酸 10 mL。将全部装置连接好,冷凝管下端插入 100 mL 量筒(盛有 1% NaOH 溶液 10 mL),开冷凝水后用电炉加热,逐渐升温,保持馏出速度 2~4 mL·min⁻¹,收集馏出液至 100 mL,备用。

2.2.5 线性关系的考察 精密吸取氰化钠标准溶液 0,0.2,0.5,1,2,3,4,5 mL,分别置于 25 mL 具塞比色管中,加 0.1% NaOH 溶液至 10 mL,加磷酸盐缓冲溶液 5 mL,摇匀后快速加入 1% 氯胺 T 溶液 0.2 mL,立刻盖塞子,摇匀,静置 3~5 min,加异烟酸-吡唑啉酮溶液 5 mL,摇匀,用水定容,摇匀,于 30 ℃ 水浴 40 min,用零浓度管溶液作空白参比,于 638 nm 处测定 A,以氰离子质量浓度为横坐标,A 为纵坐标,得回归方程 $Y = 2.956\ 01X - 0.006\ 11$ ($r = 0.999\ 1$),线性范围 0.008~0.20 mg·L⁻¹。

2.2.6 样品测定 吸取适量馏出液,置于 25 mL 具塞比色管中,按 2.2.5 项下方法测定 A,以氰离子计,按式(1)计算氰化物质量浓度(C₂)。

$$C_2 = m/V \times V_1/V_2 \quad \text{式(1)}$$

式中 m 为试份(比色时所取馏出液)中氰离子质量,V 为蒸馏所取样品液体积,V₁ 为馏出液体积,V₂ 为试份体积。以苦杏仁苷计,药材中氰苷含量(W)按式(2)计算。

$$W = [(C_2 \times V)/m \times 457.42]/26.02 \times 1\ 000 \quad \text{式(2)}$$

式中 C₂ 为样品液中氰离子质量浓度,V 为样品液体积,m 为药材质量,457.42 为苦杏仁苷摩尔质量,26.02 为氰离子摩尔质量。

2.2.7 精密度试验 精密量取氰化钠标准溶液 3 mL 置于 25 mL 具塞比色管中,按 2.2.5 项下方法测定 A,结果 RSD 0.16%,表明仪器精密度符合要求。

2.2.8 重复性试验 取天山花楸药材样品约 10 g,精密称定,按 2.2.3 项下方法操作,平行制备 6 份供试品溶液,按 2.2.4 项下方法制备蒸馏液,测定 A,

结果 RSD 2.33%,表明该方法重复性良好。

2.2.9 稳定性试验 取样品馏出液 5 mL,置于 25 mL 具塞比色管中,分别于 0,5,10,15,20,30 min 测定 A,结果 RSD 1.47%,表明供试品溶液显色后 30 min 内基本稳定。

2.2.10 回收率试验 取已知氰离子质量(1.915 1 μg)的天山花楸样品馏出液 6 份,每份 3 mL,各加入氰化钠标准溶液 2 mL,按 2.2.5 项下方法测定 A,结果氰离子的平均回收率 96.5%,RSD 2.43%。

2.3 上样液的制备 将天山花楸枝叶粉碎,过 20 目筛,取粗粉 50 g,加 15 倍量 40% 乙醇回流提取 3 次,每次 1 h,过滤,合并滤液,于 40 ℃ 减压回收乙醇至无醇味,用水稀释至适当质量浓度,备用。

2.4 大孔吸附树脂的静态吸附试验 取预处理好的不同型号(S-8,HPD-100,AB-8,D101,HPD-400)干树脂各 1 g,分别置 100 mL 具塞锥形瓶中,精密加入 0.05 g·mL⁻¹ 上样液(总黄酮 3.58 g·L⁻¹,氰离子 3.14 g·mL⁻¹) 25 mL,放入振荡器上振荡,室温下连续振荡 6 h,静置 24 h,过滤,得滤液 1,测定总黄酮、氰苷质量浓度,计算各树脂的比吸附量和吸附率。将已吸附饱和的树脂转移至 100 mL 具塞锥形瓶中,精密加入 40% 乙醇 25 mL,室温条件下连续振荡 6 h,静置 24 h 后过滤,得滤液 2,测定滤液 2 中总黄酮、氰苷质量浓度,计算解吸率。

$$\text{比吸附量} = (C_0 - C_1) \times V/W;$$

$$\text{吸附率} = (C_0 - C_1)/C_0 \times 100\%;$$

$$\text{洗脱率} = C_2/(C_0 - C_1) \times 100\%$$

式中 V 为溶液体积,W 为干树脂质量,C₀ 为溶液中总黄酮或氰苷的初始质量浓度,C₁ 为滤液 1 中总黄酮或氰苷质量浓度,C₂ 为滤液 2 中总黄酮或氰苷质量浓度^[16-17],结果见表 1,表明 HPD-100 型大孔树脂对总黄酮、氰苷均具有较好的吸附、洗脱能力,故选择 HPD-100 型树脂。

表 1 不同型号大孔吸附树脂的静态吸附试验

树脂型号	极性	比吸附量		吸附率/%		洗脱率/%	
		总黄酮/mg·g ⁻¹	氰离子/μg·g ⁻¹	总黄酮	氰离子	总黄酮	氰离子
S-8	极性	81.13	34.02	91.03	43.48	13.11	44.72
HPD-100	非极性	56.30	21.83	63.37	27.99	53.44	72.88
AB-8	弱极性	56.99	27.33	64.00	34.97	52.69	50.37
D-101	非极性	55.60	29.26	62.63	37.55	47.29	53.71
HPD-400	弱极性	48.26	24.84	54.32	31.86	52.64	67.05

2.5 HPD-100 型大孔吸附树脂纯化工艺考察

2.5.1 上样液质量浓度 取干树脂 4 份,每份 5 g,湿法装柱(直径 2 cm,长 40 cm),径高比约 1:4。量取 4 份不同质量浓度(0.025, 0.05, 0.1, 0.2 g·mL⁻¹)的上样液,分别以 2 BV·h⁻¹ 流速过柱,进行动态吸附,收集流出液,上样后静置吸附 30 min,用 5 BV 水洗至流出液近无色,收集水洗脱液,合并水洗液与流出液,定容至 500 mL,测定总黄酮和氰苷含量,计算总黄酮吸附率分别为 75.80%, 72.30%, 80.77%, 70.25%, 氰离子吸附率依次为 29.0%, 22.0%, 22.7%, 1.8%, 故确定上样液质量浓度 0.1 g·mL⁻¹。

$$\text{比吸附量} = (M_{\text{上}} - M_{\text{流}} - M_{\text{水}}) / M \times 100\% ;$$

$$\text{吸附率} = (M_{\text{上}} - M_{\text{流}} - M_{\text{水}}) / M_{\text{上}} ; \text{回收率} = M_{\text{醇}} / M_{\text{上}} \times 100\%$$

式中 M 为树脂的干重, $M_{\text{上}}$ 为上样液中总黄酮或氰苷质量, $M_{\text{流}}$ 为上样流出液中总黄酮或氰苷质量, $M_{\text{水}}$ 为水洗脱液中总黄酮或氰苷的质量, $M_{\text{醇}}$ 为醇洗脱液中总黄酮或氰苷质量^[15]。

2.5.2 吸附流速 配制 4 份 0.1 g·mL⁻¹ 上样液(总黄酮 8.50 g·L⁻¹, 氰离子 6.34 g·mL⁻¹, 下同), 每份 40 mL; 取 4 份干树脂, 每份 5 g, 分别湿法装柱(直径 2 cm, 长 40 cm), 径高比约 1:4。将 4 份上样液分别上柱, 调节吸附流速分别为 1, 2, 3, 4 BV·h⁻¹, 上样后静置 30 min, 用水洗至洗脱液近无色, 分别收集上样流出液、水洗液, 两者合并, 用水定容至 500 mL; 用 40% 乙醇洗脱, 收集醇洗脱液, 定容至 500 mL。结果总黄酮的比吸附量分别为 53.01, 53.58, 53.90, 53.29 mg·g⁻¹, 回收率依次为 58.95%, 60.51%, 58.93%, 61.01%; 氰苷的比吸附量分别为 7.84, 18.57, 12.35, 16.75 mg·g⁻¹, 回收率依次为 10.03%, 11.47%, 10.03%, 10.19%, 故确定吸附流速 2 BV·h⁻¹。

2.5.3 树脂柱径高比^[16,18] 将 3 份 0.1 g·mL⁻¹ 上样液分别以 2 BV·h⁻¹ 流速过柱, 树脂径高比分别为 1:4, 1:6, 1:8, 上样后静置 30 min, 用水洗至洗脱液近无色, 收集水洗液, 合并上样流出液、水洗液, 用水定容至 500 mL, 结果总黄酮比吸附量分别为 102.15, 100.60, 100.40 mg·g⁻¹, 氰苷比吸附量分别为 26.60, 19.43, 23.54 μg·g⁻¹。用 40% 乙醇洗脱, 收集洗脱液, 加水定容至 500 mL, 测定总黄酮回收率分别为 66.84%, 65.65%, 64.84%, 氰离子回收率依次为 20.44%, 32.23%, 21.85%, 故选取径高比 1:6。

2.5.4 泄漏曲线 将 0.1 g·mL⁻¹ 上样液通过装有

5 g 干树脂的柱, 按 10 mL/份收集流出液, 共收集 24 份, 测定每份流出液中总黄酮质量浓度, 直至树脂饱和为止, 见图 1, 表明当流出液体积 110 mL 时, 树脂达吸附饱和^[19], 因此确定上样量为 2.2 g 生药/1 g 干树脂。

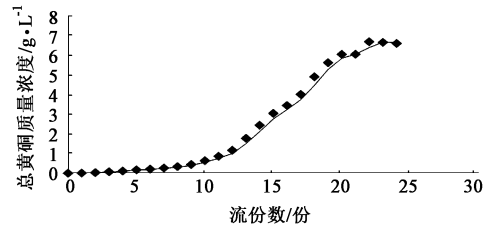


图 1 总黄酮在 HPD-100 型大孔树脂的吸附-泄露曲线

2.5.5 洗脱剂浓度 取 0.1 g·mL⁻¹ 上样液 4 份, 每份 50 mL, 上样, 分别通过 4 根树脂柱, 进行动态吸附, 上样后静置 30 min, 用水洗至洗脱液近无色, 分别用 8 BV 的体积分数 40%, 50%, 60%, 70% 的乙醇溶液进行洗脱, 洗脱流速 2 BV·h⁻¹, 收集洗脱液, 定容至 500 mL, 测定总黄酮、氰离子含量, 计算总黄酮回收率分别为 59.14%, 61.92%, 61.37%, 63.74%, 氰离子回收率分别为 10.51%, 10.64%, 6.75%, 5.93%, 故选择 50% 乙醇。

2.5.6 洗脱剂流速 取 0.1 g·mL⁻¹ 上样液 4 份, 每份 50 mL, 上样, 分别通过 4 根树脂柱, 动态吸附, 上样后静置 30 min, 用水洗至洗脱液近无色, 分别用 50% 乙醇以 1, 2, 3, 4 BV·h⁻¹ 流速洗脱, 收集洗脱液, 定容至 500 mL, 测定总黄酮、氰离子含量, 计算总黄酮回收率分别为 72.84%, 79.83%, 69.93%, 67.75%, 氰离子回收率依次为 8.84%, 9.43%, 9.61%, 8.59%, 故洗脱流速选取 2 BV·h⁻¹。

2.5.7 洗脱曲线 取干树脂 7.5 g, 用 95% 乙醇湿法装柱, 径高比约 1:4。取 0.1 g·mL⁻¹ 上样液按优选的工艺进行吸附和洗脱, 按 1 BV(42 mL)/份收集乙醇洗脱液, 测定总黄酮、氰离子质量浓度, 结果 50% 乙醇洗脱总黄酮 4 BV、氰离子 3 BV 可基本洗脱完全。故选择加 50% 乙醇 4 BV。

2.5.8 验证试验 称取 HPD-100 型干树脂 2 份, 每份 45 g, 用 95% 乙醇湿法装柱(直径 3.8 cm, 长 40 cm), 取 0.1 g·mL⁻¹ 上样液按优选的工艺过柱, 吸附和洗脱, 收集醇洗脱液, 于 40 °C 水浴至稠膏, 移至真空干燥箱内, 40 °C 减压干燥成干膏, 即得天山花楸枝叶提取物, 结果出膏率分别为 7.5%, 7.1%, 测得提取物中总黄酮质量分数分别为 63.45%, 66.91%, 氰离子依次为 25.99%, 31.80%, 说明该工艺稳定可行。

3 讨论

天山花楸为新疆特有药材,资源丰富,目前市场上仍没有天山花楸制剂用于治疗哮喘病,同时在新疆从事此类研究课题和新药开发品种较少,因此,对天山花楸药效作用的深入研究及对相关制剂的开发利用,具有重要意义。

采用异烟酸-吡唑啉酮溶液 UV 比色法测定天山花楸中氰化物含量,该法参照国家对饲料、水质中氰化物含量的测定方法,方法学考察证明本法准确可行。由于氰离子类物质理化性质不稳定,试验过程中损失较多,纯化前、后其转移率仅 5%,天山花楸枝叶提取物中氰离子含量较低,仅 $0.5 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$;但总黄酮的纯化效果较好,最终提取物中有效部位(总黄酮、氰离子)含量的平均值可达 65%,为天山花楸制剂的中试生产提供参考。

[参考文献]

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志. 第 36 卷[M]. 北京:科技出版社,1974:284.
[2] 新疆植物志编辑委员会. 新疆植物志. 第 2 卷[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1973:62.
[3] 于明,李锐. 花楸属植物化学成分药理作用及其研究进展[J]. 辽宁中医学院学报,2004,6(5):64.
[4] 常军民,杨玲玲,热娜·卡斯木. 天山花楸醋酸乙酯部位化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2009,34(2):175.
[5] 李迪民,陈坚. 天山花楸水提取液药理学研究[J]. 中草药,1995,26(6):302.
[6] 李迪民,陈坚. 天山花楸醇提取物对心肌缺血的保护作用[J]. 西北药学杂志,1998,13(2):66.
[7] 李迪民,陈坚,王岩. 天山花楸醇提取物药理作用研究[J]. 西北药学杂志,1999,14(1):14.

[8] 张旭,王锦玉,仝燕,等. 大孔树脂技术在中药提取纯化中的应用及展望[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(6):286.
[9] LOU S, LIU Y F, BAI Q Q, et al. Adsorption mechanism of macroporous adsorption resins[J]. Prog Chem, 2012, 24(8):1427.
[10] 谢雪,张宏达,陈昱竹,等. 大孔树脂纯化愈肾颗粒中总黄酮工艺[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(20):8.
[11] 李毓斌. 天山花楸药材质量标准及指纹图谱的研究[D] 乌鲁木齐:新疆医科大学,2010.
[12] 中国国家标准化管理委员会. 饲料中氰化物的测定[S]. GB/T 13084-2006,2006.
[13] 中国国家标准化管理委员会. 水质总氰化物的测定. 第一部分[S]. GB 7486-87,2006.
[14] 王晓芳,陈美,杨春亮,等. 木薯中氰化物含量的异烟酸-吡唑啉酮分光光度法测定[J]. 分析仪器,2009(1):32.
[15] 史永辉. 废水中氰化物测定方法的探讨[J]. 新疆环境保护,2009,31(4):43.
[16] 杨欣. 银杏叶提取物缓释胶囊的药学研究[D]. 武汉:湖北中医药大学,2010.
[17] 王宝才,尹蓉莉,李东芬,等. 大黄总蒽醌大孔树脂纯化工艺优化[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(6):16.
[18] 屠鹏飞,贾存勤,张洪全. 大孔吸附树脂在中药新药研究和生产中的应用[J]. 世界科学技术—中医药现代化,2004,6(3):22.
[19] 董文宾,徐颖,张建华,等. LAS-10 型树脂纯化大豆异黄酮工艺条件的研究[J]. 粮油加工与食品机械,2004,6(7):43.

[责任编辑 仝燕]

欢迎订阅 2014 年度《中国实验方剂学杂志》

《中国实验方剂学杂志》由国家中医药管理局主管,中国中医科学院中药研究所和中国中西医结合学会中药专业委员会主办的学术刊物,已成为“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊)、“中国中文核心期刊”;“中国学术期刊综合评价数据库来源”期刊、“中国期刊网、中国学术期刊光盘版”全文收录期刊;并被评为“中国中医药优秀期刊”及“中国学术期刊优秀期刊”。本刊创刊于 1995 年 10 月,本着提高为主,提高与普及相结合的办刊方针,主要设置:工艺与制剂、化学与分析、资源与鉴定、药物代谢、药理、毒理、临床、综述、学术交流、信息等栏目,交流方剂的药效学、毒理学、药物动力学、药物化学、制剂学、质量标准、配伍研究、临床研究、学术专论以及方剂主要组成药物的研究结果与最新进展。本刊的读者对象是从事中西医药,尤其是方剂教学、科研、医疗、生产的高、中级工作者,以及中医药院校的高年级学生等。

本刊现为半月刊,16 开本,350 页,标准刊号:ISSN1005-9903;CN11-3495/R。每期定价 35 元,全年 840 元。国内外公开发行,国内由北京市报刊发行局办理总发行,邮发代号:2-417;国外由中国国际图书贸易总公司办理发行,代号:SM4655。欢迎订阅。本刊编辑部也办理邮购。地址:北京市东直门内南小街 16 号,《中国实验方剂学杂志》编辑部,邮编:100700,联系电话:(010)84076882,电子邮件:syfx_2010@188.com,网址:www.syfxzz.com。