

• 综述 •

# 近年来丹参提取工艺的研究概况

谢 凯, 赵磊磊, 姜红宇, 朱盛山\*  
(广东药学院, 广东 广州 510006)

[摘要] 目的: 综述了近年来丹参提取工艺的研究概况。方法: 依据近年来国内外的相关文献, 总结、归纳目前报道的丹参提取工艺。结果与结论: 目前关于丹参提取工艺的报道虽有很多, 但各工艺都有其优点及缺点, 因此关于丹参的提取工艺仍然需要在实践过程中不断完善。

[关键词] 丹参; 提取工艺; 概况

[中图分类号] R284.2 [文献标识码] A [文章编号] 1005-9903(2007)10-0067-04

## Review on Extraction Methods of Radix Salviae Miltiorrhizae

XIE Kai, ZHAO Lei-lei, JIANG Hong-yu, ZHU Sheng-shan\*  
(Gangdong Pharmaceutical University, Guangdong Guangzhou 510006, China)

[Abstract] **Objective:** To review the study on extraction methods of Radix Salviae Miltiorrhizae. **Methods:** The domestic and overseas literature was consulted and summarized. **Results & conclusions:** There are many reports on extraction methods of Salviae Mltiorrhizae, *but every method has its merit and fault, so the extraction technique needs to be improved in practice.*

[Key words] Radix Salvia Mltiorrhizae; extration method; overview

丹参为唇形科植物丹参 *Salvia mltiorrhiza* Bge 的干燥根及根茎, 在中医临床上具有祛瘀止痛、活血通经、清心除烦和滋补之功效, 现代药理研究表明丹参对心血管系统、血液系统的作用十分显著<sup>[1]</sup>。据文献报道, 丹参中主要含有脂溶性和水溶性两类成分。目前从丹参中分离得到的脂溶性成分和水溶性成分据报道有 34 种之多<sup>[2]</sup>。其中脂溶性成分主要为丹参酮型的二萜类化合物, 主要有丹参酮 IIA, 丹参酮 IIB, 异丹参酮 I、隐丹参酮、异隐丹参酮、异丹参酮 II, 羟基丹参酮 I、左旋二氢丹参酮 I, 丹参新酮, 丹参醇 I, 丹参醇 II 等<sup>[2]</sup>, 这其中的代表为丹参酮 IIA。报道的水溶性成分主要有丹参素(丹参酸甲)、丹参酸乙、丹参酸丙、原二茶醛、丹酚酸 A、丹酚酸 B, 丹酚酸 C, 丹酚酸 D, 丹酚酸 E 和迷迭香酸, 咖啡酸

等<sup>[2]</sup>, 其中丹参素和原儿茶醛是丹参水溶性成分中的主要药效成分。由于丹参中有效成分多, 随着研究的深入, 对其认识也在不断地深入中, 目前对于丹参提取工艺的研究多有报道, 为了更好地研究和完善丹参的提取工艺, 本文就丹参的不同提取方法加以综述, 为丹参提取工艺的研究提供可参考的依据。

### 1 提取方法

丹参中脂溶性成分目前均以丹参酮 IIA 为有效成分参考指标, 水溶性成分以原儿茶醛、丹参素、丹酚酸 B 为有效成分参考指标<sup>[4]</sup>。目前报导的关于丹参的提取方法主要有以下几种:

**1.1 水煎煮法** 丹参提取过程中经常使用水煎煮法。水煎煮法操作简便, 提取效率高, 是中药提取的传统方法。李向军等<sup>[5]</sup>采用正交实验法对丹参水溶性成分进行了实验研究, 提出了提取有效成分且适合大生产的工艺依据, 实验以提取次数, 提取时间, 加水量为考察因素, 以丹酚酸 B, 丹参素, 原儿茶醛的含量为指标, 结果表明, 选择加 11 倍量水提取 2 次, 第 1 次 2h, 第 2 次 1.5 h 较为适宜。张荣泉等<sup>[6]</sup>通过正交试验设计, 以提取物丹参素含量为指标, 考察水提取参数, 结

[收稿日期] 2006-12-25

[基金项目] 国家自然科学基金(30672670), 国家中医药管理局(04-05ZPSO), 广东省自然科学基金(04105450)

[通讯作者] \* 朱盛山, Tel: (020) 39352539; E-mail: Zhsh3@163.com

果以加水 12 倍量, 提取时间 1.5 h, 浓缩体积为 1: 1.5 ( $\text{g} \cdot \text{v}^{-1}$ ), 醇沉时含醇量达 50%, 可以获得较高的丹参素含量 ( $64 \sim 68$ )  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。刘重芳等<sup>[7]</sup>采用高效液相色谱法考察了传统水煎煮法中加水量, 煎煮次数, 煎煮时间对丹参素及原儿茶醛提取率的影响, 结果得出采用 12 倍量水, 煎煮 2 次, 每次 1.5 h 的煎煮方法最为适宜, 提取物中丹参素含量为 0.28%, 原儿茶醛含量为 0.04%。顾娟等<sup>[8]</sup>以药典规定的水溶性总酚酸紫外吸收度为检测指标, 以煎煮时间, 水溶液用量, 煎煮次数为考察指标, 考察了丹参酚酸的提取工艺。提出的提取工艺为: 16 倍水煎煮, 每次煎煮时间不能超过 0.5 h, 煎煮 4 次。顾娟等<sup>[9]</sup>在对丹参注射液进行指纹图谱分析的同时也对丹参水提取法进行了研究, 实验得出的结论为: 将 0.5 g 丹参药材粉末浸入 30 mL 去离子水中, 静置过夜后热回流 2 h, 过滤, 滤液调 pH 至 2.5, 再用 3 倍量乙酸乙酯进行萃取, 将萃取物在 30 °C 下减压干燥, 残渣用甲醇溶解, 此时得出的结果中总酚酸含量较高。

近年来, 在以水为溶剂的提取法中亚临界水提取法逐渐引起了人们的重视。水的临界压力及临界温度分别为  $P = 218 \text{ atm}$ ,  $T_c = 374 \text{ °C}$ , 室温下水的介电常数 ( $\epsilon$ ) 为 78.5, 为中等极性的溶剂, 对中药材中的脂溶性成分的提取效率差。然而水的极性可以通过升高温度使其达到亚临界状态而大大降低, 使其对在室温下在水中溶解度低的疏水性的有机物具有良好的溶解能力。亚临界水是在适度的压力下 ( $P < 25 \text{ MPa}$ ), 只要水保持为液体, 这种液体水的极性会随温度变化而变化。徐志宏等<sup>[10]</sup>通过亚临界水提取丹参药材中的丹参酮 II A 的研究, 建立了中药材中的脂溶性成分的亚临界水提取条件, 并分别考察了温度、压力、提取时间、提取物颗粒度等因素对提取量的影响。其得出的亚临界水提取的最佳条件为, 样品颗粒度 (0.18 ~ 0.15) mm, 5 MPa, 180 °C 保持 10 min。

## 1.2 不同溶剂提取法

### 1.2.1 乙醇回流法

乙醇回流法是丹参传统的提取方法, 常用不同浓度的乙醇通过回流、浸渍、渗漉等方法提取, 此法提取效果较好, 且符合大生产的要求。ArHua 等<sup>[11]</sup>在对丹参及其制剂进行指纹图谱鉴别的同时, 也考察了丹参回流提取的较佳工艺, 实验以丹参酮和丹酚酸 B 为考察指标, 分别对提取方法、提取溶剂、提取时间进行了考察, 结果得出的结论为: 0.3 g 药材用 10 mL 70% 甲醇回流提取 60 min, 此时结果较佳。张玲莉等<sup>[12]</sup>采用正交实验法, 以丹参中主要成分丹参酮 II A 为指标, 以乙醇浓度 (A), 乙醇加入量 (B) (药材重量的倍数), 回流时间 (C), 为主要因素, 优选丹参提取的最佳条件。分析结果得知 A 因素对提取效率影响比较大, B、C 因素影响较小。综合分析, 从生产角度考虑, 认为较好的提取工艺为加 80% 乙醇, 回流两次, 第 1 次 6 倍溶媒, 第 2 次 4 倍溶媒, 每次 0.5 h, 按此选定的条件进行验证, 其结果测得丹参酮 II A 含量为 0.220%。同时作者用 75% 乙醇按上述同等条件进行追加试验, 结果丹参酮 II A 含量为 0.157%, 提取率明

显降低, 这就进一步验证乙醇浓度必须达到 80% 以上。徐淑卿等<sup>[13]</sup>采用正交试验法, 以丹参中丹参酮 II A 为指标, 优选提取的最佳条件, 其得出的结果为: 用 80% 乙醇提取 2 次, 分别为 1.5 h, 1.0 h, 溶媒用量为药材的 10 倍量, 此条件下测得丹参酮 II A 含量为 0.22%, 且作者用 75% 乙醇按相同条件进行追加试验, 其结果丹参酮 II A 含量 0.153%, 提取率大幅度下降, 进一步证明乙醇浓度必须在 80% 以上, 此结果与上述相似。强凤霞等<sup>[14]</sup>用正交设计法, 以乙醇为溶媒, 回流提取, 考察提取溶媒用量, 提取时间及提取次数 3 个因素, 用 HPLC 法测定丹参酮 II A 含量作为评价指标, 结果表明, 溶媒用量为最重要指标, 其次为提取时间, 提取次数影响最小, 最终得出的提取工艺为: 10 倍量 95% 乙醇, 回流提取 4 次, 每次 75 min, 结果提取物含量为 0.7%。王介明等<sup>[15]</sup>以不同溶剂提取丹参酮, 结果表明: 以甲醇为溶剂, 丹参酮 II A 得量较乙醇为溶剂高; 而用不同浓度乙醇提取, 其提取率随醇浓度降低而下降, 以 95% 和无水乙醇的提取率较高。溶剂量加大, 提取时间延长可显著提高提取率, 工业生产宜用 3 倍量 95% 乙醇回流提取 2 次, 第 1 次 2 h, 第 2 次 1.5 h, 提取物含量为 0.2%。郭增军等<sup>[16]</sup>以正交试验考察了丹参酮 II A 的提取参数, 结果影响因素为醇浓度 > 溶剂量 > 提取时间 > 提取次数, 当选择 8 倍量 70% 乙醇, 提取 2 次, 每次 2 h 时提取物含量最高, 达 0.7%。另有杨巧巧等<sup>[17]</sup>用正交实验法对丹参的提取工艺条件进行优选, 以丹参酮 II A 浸出量为考察指标, 该实验得出结果为: 当乙醇量为药材的 3 倍, 加热温度控制在 65 °C, 加热时间为 1.5 h 时丹参酮 II A 的浸出量较高, 可达 0.47%。

### 1.2.2 乙醇回流-水煎煮提取法

一般实验所采用的单纯的水提或者醇提, 都不能完全将丹参的有效成分提取出来, 而采用乙醇回流-水煎煮提取法, 只要选择好具体工艺, 则可以同时较好地两种有效成分进行提取。刘重芳等<sup>[7]</sup>以丹参素、原儿茶醛、丹参酮 II A 为指标成分, 比较了 3 种不同的综合提取工艺 (95% 乙醇-50% 乙醇-水提取法, 水-95% 乙醇提取法, 95% 乙醇-水提取法), 结果提出的综合提取工艺为 95% 乙醇-50% 乙醇-水提取法, 即先用 12 倍量 95% 乙醇回流提取 1.5 h, 药渣用 12 倍量 50% 乙醇回流提取 1.5 h, 药渣再用 12 倍量水煎煮 1.5 h。具体比较见表 1。最后实验结果显示, 此工艺能够较好的提取各有效成分, 且工艺简单, 符合大生产的需要。韦英杰等<sup>[18]</sup>采用正交试验法, 选择乙醇用量, 提取时间, 提取次数为考察因素, 以丹参酮 II A 和丹酚酸 B 的含量为考察指标, 对丹参的提取工艺进行全面优选, 以使丹参的提取工艺更合理。此次实验得出的结论为, 将丹参药材加 6 倍量 90% 乙醇, 回流提取 2 次, 每次 1 h。再将此醇提后的药渣加 7 倍量水煎煮两次, 每次 1 h。结果测定提取液中丹参酮 II A 的平均含量为  $1.921 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 丹酚酸 B 的平均含量为  $13.785 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ , 此结果与实验中设计的正交实验结果比较都较高, 因此该提取工艺能同时兼顾丹参脂溶性和水溶性成分, 使丹参的提取工艺更为科学合理。

表 1 丹参综合提取工艺比较

提取方法	丹参素总量 (mg·50 g <sup>-1</sup> )	原儿茶醛 (mg·50 g <sup>-1</sup> )	丹参酮 IIA (mg·50 g <sup>-1</sup> )
95% 乙醇-50%-水	108.82	11.60	164.58
水-95% 乙醇	91.48	13.62	148.74
95% 乙醇-水	89.14	9.16	207.97

**1.3 超临界提取法** 超临界提取是近几年发展起来的新型提取技术,以 CO<sub>2</sub> 为溶剂,无毒无残留,并可循环使用。由于萃取中空气含量少,受热小,丹参酮几乎不发生降解,通过改变萃取参数,可以提高 CO<sub>2</sub> 对丹参酮溶解的选择性,而且在超临界流体萃取过程中可以使用夹带剂,即萃取时加入具有良好溶解性能的溶剂,也可以改善萃取的选择性。姚建国等<sup>[19]</sup>对 CO<sub>2</sub> 超临界萃取参数进行考察,结果表明:采用萃取压力、萃取温度、分离温度、CO<sub>2</sub> 流量、萃取时间分别为 20 MPa 45 ℃ 35 ℃(20~25) kg·h<sup>-1</sup>, 1 L·h<sup>-1</sup>, 1 h 时萃取物收率最高,可达 0.77%,其中丹参酮含量可达 89.5%。查道成<sup>[20]</sup>等比较了丹参酮提取工艺也得出相同的结论。张虹等<sup>[21]</sup>利用超临界萃取结合水煎煮法对丹参的提取进行了研究,得出提取丹参中有效成分的工艺是:首先,利用 SFE 技术提取脂溶性成分如丹参酮 IIA 等,其提取条件是:精密称取样品粉末(过 60 目筛) 300 g,放入 SFE 萃取罐中,夹带剂用 35% 乙醇,于 55 ℃ 温度 30 MPa 压力下萃取 2.5 h,收集萃取液,滤过,浓缩,浓缩所得物经真空干燥,即得萃取物,再利用传统的水煎法提取丹参 SFE 残渣中的水溶性成分如:丹参素、原儿茶醛等,其提取条件是:以残渣 8 倍量的水煎煮 3 次,每次 1.5 h。经此工艺提取结果显示,丹参中大于 99% 的丹参酮 IIA,大于 97% 的丹参素,92.064% 原儿茶醛已被提出。李霞等<sup>[22]</sup>建立了 CO<sub>2</sub> 超临界流体萃取丹参中有效成分的方法,得出的较佳结论为:以 950 mL·L<sup>-1</sup> 乙醇为夹带剂,在 20 MPa 45 ℃ 条件下,萃取丹参药材 1 h 后,再在 30 MPa 65 ℃ 条件下,以 100 mL·L<sup>-1</sup> 的乙醇为夹带剂萃取 2 h。

**1.4 微波提取法** 微波提取是一种新兴的技术,具有加热快,能耗低,选择性好等特点,因此有专家也对丹参的微波提取工艺进行了研究。其中焦士龙等<sup>[23]</sup>以丹参的脂溶性成分丹参酮 IIA 和水溶性成分丹参素、原儿茶醛为指标,以加水量,提取时间,微波功率为因素,用均匀试验设计法对丹参的微波提取工艺进行优化,结果显示 6 倍量 95% 乙醇、微波功率 320 W,提取 30 min,药渣再以 12 倍量水,320 W 微波提取两次,每次 60 min。经此方法提取后,结果表明对丹参酮 IIA,丹参素和原儿茶醛 3 种指标成分的提取量,相当于或优于现行法的提取量,具体比较见表 2。朱晓微等<sup>[24]</sup>利用微波对丹参进行提取,也得出了同样的结论。Pan X 等<sup>[25]</sup>用高效液相色谱法,以丹参的脂溶性成分为指标,以乙醇浓度,提取时间,乙醇用量为考察因素,对丹参的微波辅助提取法进行了优化,结果表明 10 倍量 95% 乙醇,微波提取 2 min,在此条件

下,丹参中脂溶性成分提取率较高,丹参酮 IIA 为 0.29%,隐丹参酮为 0.23%,丹参酮 I 为 0.11%。而温浸法、乙醇回流法、超声提取法和索氏提取法中若要达到此提取率,所需时间分别为 24 h 45 min 75 min 90 min,这表明微波辅助提取法所需时间短,效率高,用于丹参提取比较适宜。

表 2 传统提取法与微波提取法比较

提取方法	丹参素		原儿茶醛		丹参酮 IIA	
	提取量/提取时间 (mg·g <sup>-1</sup> )/min	提取量/提取时间 (mg·g <sup>-1</sup> )/min	提取量/提取时间 (mg·g <sup>-1</sup> )/min	提取量/提取时间 (mg·g <sup>-1</sup> )/min	提取量/提取时间 (mg·g <sup>-1</sup> )/min	提取量/提取时间 (mg·g <sup>-1</sup> )/min
传统法	2.098	120	0.197	120	1.808	156
微波法	2.405	60	0.242	60	2.195	30

**1.5 超声提取法** 近几年来,随着超声提取法的广泛使用,人们在不断地确认超声波提取法的优点。超声提取法与许多传统的提取方法相比较,能提高有效成分的溶出速度和溶出次数,缩短提取时间,节省溶剂的消耗,且提取率高,因而已在实验室广泛采用。于纯森等<sup>[26]</sup>利用超声波法:10 倍量 75% 乙醇,超声频率 40 Hz,提取时间 30 min,从丹参中提取丹参酮,所得丹参酮的提取率为 0.384%,比乙醇加热回流法提取丹参酮的最佳提取条件:24 倍量 75% 乙醇,提取温度 65 ℃,提取 150 min 的提取率 0.346% 高约 11%。杨朝莲等<sup>[27]</sup>将丹参药材按药典方法,分别用甲醇加热回流 1 h 与超声 15 min 提取丹参酮 IIA,结果显示两方法所得提取率相当,但考虑到药典方法繁琐、费时,而超声提取法简便、快速,故可以考虑用超声提取法代之。

**1.6 不同方法对比** 不同方法对比见表 3。

表 3 不同方法比较

提取方法	丹参酮 IIA	丹参素	原儿茶醛
有机溶剂(苯)提取法	99% (提取率) <sup>[28]</sup>	—	—
CO <sub>2</sub> 超临界流体萃取	88.78% <sup>[28]</sup>	—	—
超声提取法	3.414 mg·g <sup>-1</sup> <sup>[29]</sup>	0.87 mg·g <sup>-1</sup> <sup>[30]</sup>	—
回流提取法	3.527 mg·g <sup>-1</sup> <sup>[29]</sup>	—	—
索氏提取法	4.221 mg·g <sup>-1</sup> <sup>[29]</sup>	4.29 mg·g <sup>-1</sup> <sup>[30]</sup>	—
水煎煮法	—	3.37 mg·g <sup>-1</sup> <sup>[30]</sup>	19.42 mg·50 g <sup>-1</sup> <sup>[17]</sup>
动态温浸法	—	61.86 mg·50 g <sup>-1</sup> <sup>[17]</sup>	3.75 mg·50 g <sup>-1</sup> <sup>[17]</sup>
渗漉法(50% 乙醇)	—	76.77 mg·50 g <sup>-1</sup> <sup>[17]</sup>	4.72 mg·50 g <sup>-1</sup> <sup>[17]</sup>
渗漉法(95% 乙醇)	—	12.71 mg·50 g <sup>-1</sup> <sup>[17]</sup>	1.34 mg·50 g <sup>-1</sup> <sup>[17]</sup>

## 2 讨论

丹参中有效成分主要有脂溶性和水溶性成分,其中脂溶性成分极性较低,用乙醇提取比较适宜,而水溶性成分丹酚酸类极性较大,适宜用水进行提取,但水溶性成分中的丹酚酸 B 在加热条件下可水解成丹参素,故实验过程中诸如提取时间,溶剂量,温度等影响因素都要综合加以考虑。如上述比较实验,超声法提取率较低可能是因为该法没有加热过程,溶剂难以进入到药物内部所致。而回流提取法可能是因为加热时间短,且提取到一定阶段缺乏浓度梯度,所以也不利于溶剂的进一步溶出。而索氏提取则可以弥补以上两种方法的不足,故提取率相对较高。在具体实验中,则要依不

同实验目的而定不同实验方案。如果以丹参素为考察指标, 可以将提取液加热或者将水煎煮液加碱促使其水解, 以提高丹参素的提取率。如果以丹酚酸 B 为考察指标, 则不需加热过久, 否则会使提取率降低。总之, 在实验过程中, 要综合考虑各项指标, 同时也要考虑到各影响因素, 这样才能设计出合适的实验方案, 达到既定的实验目的。

### 3 结语

丹参是我国现代研究较早较多的中药, 其脂溶性成分和水溶性成分均具有显著的药理作用, 将其开发为药物无疑是造福于人类之举。近年来国内外对丹参的提取分离, 鉴别及含量测定方面做了大量工作, 但关于丹参两种有效成分综合提取的方法却很少见报道, 究其原因是多方面的, 主要是由于丹参两种有效成分性质差异较大, 综合提取很难达到同时提取完全, 同时丹参有效部位在浓缩、干燥等处理过程中也较易损失, 所以应努力通过已有的报道, 尝试改变现有的提取处理工艺, 研究出有效成分保留多、工艺简单、易于大生产的先进工艺。相信随着对丹参提取处理及其他研究工作的不断深入, 丹参的提取工艺将不断得到优化, 药材的利用率也将不断得到提高, 丹参必将发挥其更为重要的作用。

### [ 参考文献 ]

[ 1 ] 郭宝林. 丹参种质资源研究进展 [ J ]. 中国中药杂志, 2002, 27( 7 ): 492-495.

[ 2 ] Ai-Hua Liu, Yan-Hua Lin, Min Yang, *et al.* Development of the fingerprints for the quality of the roots of *Salvia miltiorrhiza* and its related preparations by HPLC-DAD and LC-MS<sup>(m)</sup> [ J ]. *J Chromatogr B*, 2007, 846( 1-2 ): 32-41.

[ 3 ] 周侠, 胡谨, 王宾. 丹参素的提取工艺研究 [ J ]. 化工生产与技术, 2003, 10( 6 ): 4-5.

[ 4 ] 叶勇. 丹参有效成分分离的研究进展 [ J ]. 药品评价, 2005, 2( 2 ): 146-149.

[ 5 ] 李向军, 刘敏彦, 赵兴茹, 等. 丹参水溶性成分提取工艺研究 [ J ]. 中国中医药信息杂志, 2005, 12( 12 ): 49-50.

[ 6 ] 张荣泉, 王德仁, 张蓉. 丹参水溶性成分提取工艺研究 [ J ]. 中药材, 2001, 24( 11 ): 818-819.

[ 7 ] 刘重芳, 张钰泉, 戴居云, 等. 丹参不同提取工艺比较 [ J ]. 中成药, 1999, 21( 8 ): 385-388.

[ 8 ] Yun He, Hai-lan Yu, De-an Guo, *et al.* Chemical fingerprint and metabolic fingerprint analysis of Danshen injection by HPLC-UV and HPLC-MS methods [ J ]. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2005, 36( 5 ): 1029-1035.

[ 9 ] 顾娟, 罗海燕, 安莲英, 等. 丹参酚酸水提取工艺的研究 [ J ]. 天然产物研究与开发, 2005, 17( 6 ): 781-783.

[ 10 ] 徐志宏, 钱广生, 李章万, 等. 丹参中脂溶性成分的亚临界水提取方法研究 [ J ]. 分析化学, 2003, 31( 11 ): 1307-1311.

[ 11 ] Ai-Hua Liu, Lie Li, Man Xu, *et al.* Simultaneous

quantification of six major phenolic acids in the roots of *Salvia miltiorrhiza* and four related traditional Chinese medicinal preparations by HPLC-DAD method [ J ]. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41( 2006 ): 48-56.

[ 12 ] 张玲莉, 彭燕, 涂毅. 正交试验法优选丹参的提取工艺 [ J ]. 中国医院药学杂志, 2005, 25( 11 ): 1093-1094.

[ 13 ] 徐淑卿, 孙艳秋, 陈桂范. 用正交试验法优选丹参脂溶性成分的提取工艺 [ J ]. 中成药, 1999, 21( 3 ): 152-153.

[ 14 ] 强凤霞. 正交设计法研究丹参酮最佳提取工艺 [ J ]. 中国医学研究与临床, 2003, 11( 1 ): 17-19.

[ 15 ] 王介明, 周宇, 李洪. 中药丹参制荆提取新工艺的研究 [ J ]. 实用心脑血管病杂志, 2002, 10( 6 ): 334-336.

[ 16 ] 郭增军, 苏纪兰, 王开, 等. 丹参提取工艺的实验研究 [ J ]. 西北药学杂志, 2002, 17( 2 ): 62-63.

[ 17 ] 杨巧巧, 高君柱. 丹参提取工艺条件的优选 [ J ]. 中成药, 2004, 26( 1 ): 84-85.

[ 18 ] 韦英杰, 刘媛, 陈宁, 等. 正交试验法优选丹参的提取新工艺 [ J ]. 中药研究与信息, 2005, 7( 11 ): 13-15.

[ 19 ] 姚建国, 蒋永红, 周卯星, 等. 超临界二氧化碳萃取丹参中的丹参酮 [ J ]. 中药制剂工程与技术, 2003, 4( 1 ): 1-3.

[ 20 ] 查道成, 贾书阳. 提取丹参酮 II A 的工艺探讨 [ J ]. 时珍国医国药, 2002, 13( 9 ): 516-517.

[ 21 ] 张虹, 柳正良, 王洪泉, 等. 超临界萃取结合水煎煮法提取丹参中有效成分的研究 [ J ]. 中草药, 2004, 35( 12 ): 1360-1362.

[ 22 ] 李霞, 唐玉海, 赵新锋, 等. CO<sub>2</sub> 超临界流体萃取丹参中的有效成分 [ J ]. 西安交通大学学报( 医学版 ), 2004, 25( 6 ): 614-617.

[ 23 ] 焦士龙, 张泽英, 褚治德, 等. 微波提取丹参工艺研究 [ J ]. 中草药, 2005, 36( 11 ): 1640-1642.

[ 24 ] 朱晓微, 郭俊华, 高卫东, 等. 丹参的微波提取研究 [ J ]. 天津中医药, 2005, 22( 3 ): 243-245.

[ 25 ] Pan X, Niu G, Liu H. Microwave assisted extraction of tanshinones from *Salvia miltiorrhiza bunge* with analysis by high performance liquid chromatography [ J ]. *Chromatography A*, 2001, 922( 1-2 ): 371-375.

[ 26 ] 于纯淼, 于栋华, 于国萍. 丹参酮的提取工艺研究 [ J ]. 中国中医药科技, 2006, 13( 3 ): 194.

[ 27 ] 杨朝莲, 曹敏. 丹参药材中丹参酮 II A 提取方法的探讨 [ J ]. 贵阳中医学院学报, 2005, 27( 1 ): 60-61.

[ 28 ] 徐义. 丹参酮 II A 的提取方法研究 [ J ]. 化学工程师, 2004( 8 ): 64-65.

[ 29 ] 杜敏, 黄湘. 不同提取方法测定丹参药材中丹参酮 II A 含量的比较研究 [ J ]. 现代中药研究与实践, 2005, 19( 3 ): 33-34.

[ 30 ] 陈彦, 贾晓斌, 施亚芳, 等. 不同提取方法测定丹参药材中丹参素含量的比较研究 [ J ]. 江苏中医药, 2003, 24( 6 ): 55-56.