

治疗心血管疾病常用中药组分提取分离方法研究概况

王淳¹, 刘丽梅¹, 宋志前¹, 董运茁¹, 杜智勇¹, 宁张弛², 刘元艳², 刘振丽^{1*}

(1. 中国中医科学院 中医基础理论研究所, 北京 100700;

2. 北京中医药大学 中药学院, 北京 100102)

[摘要] 查阅中国知网、万方数据知识服务平台和 PubMed 等数据库(截至 2014 年 9 月 1 日)及相关参考书目,对目前治疗心血管疾病最常用中药组分的提取分离方法相关文献进行汇总。研究显示最常用的提取方法有回流提取法、超声法、微波法、超临界萃取法、酶法和闪式提取法等,且研究多为实验室规模。提取工艺条件优化的方法主要有单因素试验、正交试验、均匀设计等。提取溶剂多为水和不同体积分数乙醇。最常用的分离纯化方法是大孔吸附树脂法,萃取法和沉淀法也常使用,并且常与大孔吸附树脂法联合应用以达到纯化目的。一些新的分离纯化技术比如超滤法、生物转化技术和分子印迹技术等也有使用,为治疗心血管疾病常用中药组分提取分离方法提供了系统的文献研究基础。

[关键词] 心血管疾病; 中药组分; 丹参; 纯化工艺; 文本挖掘

[中图分类号] R283.6; R284.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2015)22-0169-07

[doi] 10.13422/j.cnki.sjfx.2015220169

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20151022.1357.018.html>

[网络出版时间] 2015-10-22 13:57

Research Survey of Extraction and Separation Technology of Effective Components in Common Chinese Medicines for Cardiovascular Disease WANG Chun¹, LIU Li-mei¹, SONG Zhi-qian¹, DONG Yun-zhuo¹, DU Zhi-yong¹, NING Zhang-chi², LIU Yuan-yan², LIU Zhen-li^{1*} (1. *Institute of Basic Theory for Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China*; 2. *School of Chinese Materia Medica, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100102, China*)

[Abstract] We searched CNKI, Wanfang data, PubMed and reference lists of identified articles (As of September 1, 2014), and reviewed literature, summarized extraction and separation technology of effective components in the most common Chinese medicines for cardiovascular disease. The most common extraction methods were refluxing extraction, ultrasonic extraction, microwave extraction, supercritical extraction, enzyme method, flash extraction and so on, but these researches were usually for laboratory scale. Single factor design, orthogonal design, uniform design and etc were widely used for optimization of extraction method. Water and different concentration of ethanol were always used as extraction solutions. The most common separation methods were macroporous resin, solvent extraction and precipitation method, and the later two methods usually used with macroporous adsorption resin. Some new separation techniques, such as ultrafiltration method, biological transformation technology and molecular imprinting technique, were also used. This article can provide a literature basis for extraction and separation method of Chinese medicines in cardiovascular disease.

[Key words] cardiovascular disease; Chinese medicine component; *Salviae Miltiorrhizae Radix et Rhizoma*; purification process; text mining

中药在心血管疾病临床治疗中的应用越来越广泛,很多 中药组分如丹参酮类、人参皂苷类等,都显示出抗心肌缺血-

[收稿日期] 20150626(012)

[基金项目] 国家重大基础研究发展计划(973 计划)项目(2012CB518401)

[第一作者] 王淳,博士,助理研究员,从事中药质量标准研究, Tel:010-64014411-2503, E-mail: chuner-2006@hotmail.com

[通讯作者] *刘振丽,研究员,博士生导师,从事中药质量标准研究, Tel:010-64014411-2503, E-mail: zhenli_liu@sina.com

再灌注损伤、改善微循环障碍、抗氧化、抗炎、保护心肌等^[1-4]药理作用。为更好地适应临床的需求,制定科学合理的中药组分提取分离方法很有必要。

文本挖掘显示,丹参、红参、红花、麦冬、黄芪等是治疗心血管疾病常用的中药^[5],而银杏叶、刺五加、川芎等常出现在临床治疗心血管疾病常用的中药注射剂中^[6-7]。因此,本文选出目前临床治疗心血管疾病最常用的 14 味中药。通过查阅中国知网、万方数据知识服务平台和 PubMed 等数据库(创刊至 2014 年 9 月 1 日)以及相关参考书目,对这些中药中的中药组分提取和分离纯化方法进行综述,以便为治疗心

血管疾病中药新药的研制提供有益参考。

1 治疗心血管疾病常用中药组分的提取方法

中药为多成分多靶点整体作用。因此,每味中药治疗心血管疾病相关的有效组分可能不止一种,例如,丹参中丹参酮类具有抗心肌肥大、抗氧化、抗缺血再灌注损伤、抗血小板聚集、抑制心肌纤维化、抗炎、扩张血管和降压等作用^[1-4],丹酚酸类具有抗心肌缺血、抗心律失常、抗动脉粥样硬化和抗炎等作用^[8]。为全面了解治疗心血管疾病常用中药组分的提取方法,对治疗心血管疾病常用中药所涉及中药组分的提取方法进行归纳总结,见表 1。

表 1 治疗心血管疾病常用中药组分的提取方法

Table 1 Extraction technology of effective components in common Chinese medicines for cardiovascular disease

中药	组分	研究对象	提取方式	实验设计方法	考察指标	提取溶剂	参考文献
红参	人参多糖	红参	煎煮法	正交设计	多糖	水	[9]
	人参皂苷	红参、参附汤	回流提取法	正交设计	人参皂苷 Rg ₁ , Re, Rb ₁ 和人参总皂苷、附子总生物碱	75% 乙醇、水	[10-11]
麦冬	麦冬多糖	麦冬	煎煮法、酶法	正交设计	麦冬多糖	水, 0.5% 盐酸水溶液	[12-13]
	麦冬皂苷	麦冬	酶法、回流提取法	正交设计	麦冬总皂苷	50% 乙醇, 0.1% 纤维素酶, 8% 果胶酶	[14-15]
	高异黄酮	麦冬	超临界萃取法	正交设计、单因素试验	高异黄酮	乙酸乙酯-95% 乙醇 (2:1)	[16]
附子	生物碱	附片	浸渍法、回流提取法	正交设计、均匀设计	总生物碱	水, 85% 乙醇	[17-18]
五味子	木脂素	五味子	超临界萃取法、回流提取法、超声法	正交设计、响应面法	木脂素	80% 乙醇, 55% 乙醇, 81.21% 乙醇,	[19-20]
	多糖	五味子	煎煮法、超声法	正交设计、响应面法	多糖	水	[21-23]
丹参	丹参酮	丹参	渗漉法、回流提取法、超临界萃取法	正交设计、均匀设计	丹参酮 II _A	95% 乙醇	[24-25]
	丹酚酸	丹参	煎煮法、闪式提取法	正交设计、响应面法	总酚酸、丹酚酸 B	水	[26-27]
红花	红花黄色素	丹红口腔崩解片	浸渍法	正交设计	红花黄色素	水	[28]
	挥发油	红花	超临界萃取法、水蒸气蒸馏法	单因素试验、正交设计	挥发油	水	[29-30]
降香	黄酮	降香	回流提取法	单因素试验、正交设计	总黄酮	70% 乙醇	[31]
	挥发油	降香	水蒸气蒸馏法、超临界萃取法	单因素试验、正交设计	挥发油	水	[32-33]
川芎	川芎嗪	川芎	超声法、超临界萃取法、回流提取法	正交设计	川芎嗪	80% 乙醇	[34-36]
	内酯	川芎	回流提取法	响应面法	藜本内酯	70.72% 乙醇	[37]
	生物碱	川芎	回流提取法	响应面法	总生物碱	90% 乙醇	[38]
银杏叶	黄酮醇苷	银杏叶	超声法、浸渍法、微波法、超临界萃取法、酶法	正交设计、单因素试验、响应面法	总黄酮、槲皮素	水、乙醇、纤维素酶和 50% 乙醇	[39-43]

续表 1

中药	组分	研究对象	提取方式	实验设计方法	考察指标	提取溶剂	参考文献
	银杏内酯	银杏叶	微波法、闪式提取法、回流提取法	正交设计	萜类内酯	70% 乙醇, 60% 乙醇	[44-46]
	聚异戊烯醇	银杏叶	索氏提取法、回流提取法	正交设计、响应面法	聚异戊烯醇	石油醚、正己烷	[47-48]
葛根	异黄酮	野葛	煎煮法、回流提取法、微波法、超声法、浸渍法	正交设计、单因素试验	总黄酮	水, 10% 乙醇, 80% 乙醇	[49-51]
灯盏细辛	黄酮	灯盏细辛	超声法、超临界萃取法、微波法、回流提取法	单因素试验、正交设计	灯盏花黄酮、总黄酮、野黄芩苷、灯盏花乙素	pH 9 碱水, 70% 乙醇, 85% 乙醇, 60% 乙醇	[52-55]
黄芪	黄酮	黄芪	超声法、浸渍法、酶法、回流提取法	正交设计、响应面法、单因素试验	黄酮	60% 乙醇, 88.3% 乙醇, 纤维素酶, 90% 乙醇	[56-59]
	黄芪甲苷	黄芪	闪式提取法、回流提取法、超临界萃取法、煎煮法、酶法、微波法	单因素试验、正交设计、均匀设计	黄芪甲苷	水, 95% 乙醇, 漆酶	[60-65]
	黄芪多糖	黄芪	微波法、浸渍法、酶法、超声法、闪式提取法、回流提取法	单因素试验、响应面法、正交设计、均匀设计、田口试验设计	黄芪多糖	水, 5% 乙醇, 95% 乙醇, 纤维素酶	[66-71]
苦碟子	黄酮	苦碟子	回流提取法、超声法、微波法	单因素试验、正交设计	总黄酮	60% 乙醇, 7.72 mol·L ⁻¹ 乙醇, 65% 乙醇	[72-74]
	腺苷	苦碟子	超声法	正交设计	腺苷	水	[75]
刺五加	皂苷	刺五加	微波法、超声法	正交设计	总皂苷	70% 乙醇	[76-77]
	多糖	刺五加	超声法、浸渍法	正交设计	多糖	水	[78-79]
	酚苷	刺五加	超声法	响应面法	酚苷	59.66% 乙醇	[80]

2 心血管疾病常用中药组分的分离纯化方法 还需要进一步分离纯化以提高组分纯度。下面对治疗心血管疾病常用中药组分的分离纯化方法进行归纳总结, 见表 2。

表 2 治疗心血管疾病中药组分的分离纯化方法

Table 2 Separation technology of effective components in common Chinese medicines for cardiovascular disease

组分名称	研究对象	分离方式	考察指标	工艺参数	参考文献
人参皂苷	红参	大孔吸附树脂	人参总皂苷	HPD-400 型大孔树脂, 1.7 g·L ⁻¹ 药液 (pH 4.68) 以 7.5 BV·h ⁻¹ 的速度上样, 加 80% 乙醇 4 BV 以 7.5 BV·h ⁻¹ 的速度洗脱	[81]
		沉淀法	多糖	药液质量浓度 1.0 g·mL ⁻¹ , 40 °C 醇沉至含醇量 80%	[9]
	参附注射液	大孔吸附树脂	人参皂苷	LD601 型大孔树脂, 55% 乙醇洗脱	[82]
多糖	参附汤	水提醇沉法	参附多糖	40 倍量水提取 102 min, 醇沉至含醇量 86%	[83]
甾体皂苷	麦冬	超滤法	甾体皂苷含量	500 nm 陶瓷膜, 0.2 MPa 下以 45 L·min ⁻¹ 流量滤过; 100 kDa 超滤膜, 0.25 MPa 下以 7 L·min ⁻¹ 过滤	[84]
		大孔吸附树脂	麦冬皂苷 A, B	D101 型树脂, 以树脂与生药材质量比 1:9 上样, 加水 50 mL 洗脱, 加 50% 乙醇 7 BV 洗脱	[85]
麦冬多糖	麦冬	大孔吸附树脂	多糖	pH 8 药液上样, 用 pH 8 水以 1.0 mL·min ⁻¹ 洗脱	[86]
乌头碱	附片	水提醇沉法	生物碱	醇沉体积分数 60%, 醇沉数 1 次	[17]
乌头碱	附子	生物转化技术	乌头碱、次乌头碱、新乌头碱	28 °C 黑曲霉培养 6 d, 60 °C 烘干	[87]

续表 2

组分名称	研究对象	分离方式	考察指标	工艺参数	参考文献
木脂素	五味子	大孔吸附树脂	五味子醇甲、五味子甲素、五味子乙素	AB-8 型树脂, 上样吸附后, 加水 5 BV 除杂, 加 95% 乙醇 6 BV 洗脱	[88]
丹参酮	丹参	水提醇沉法 大孔吸附树脂	总丹参酮	浓缩液相对密度 0.85, 加 3 倍量水, 静置 12 h 以生药材-干树脂 (3:1) 上样, 干膏-湿树脂 (1:3) 拌样, 径高比 1:5	[89]
丹酚酸	丹参	水提醇沉法	丹参素、原儿茶醛	醇沉前 pH 2.0, 分 2 次将丹参水提液中乙醇体积分数提高到 85%	[90]
	丹参	分子印迹技术	总酚酸	咖啡酸分子印迹材料	[26]
红花黄色素	丹红口腔崩解片	大孔吸附树脂	红花黄色素	AB-8 型树脂, 以 25.0 g·L ⁻¹ 药液 (pH 4) 上样, 加水 7 BV 除杂, 加 50% 乙醇 6 BV 洗脱, 洗脱液在 60 °C 减压浓缩	[28]
黄酮	降香	大孔吸附树脂	总黄酮	AB-8 型树脂, 以树脂-生药材 (1:1) 上样, 70% 乙醇洗脱, 树脂柱高 10 cm, 流速 2 mL·min ⁻¹	[91]
黄酮醇苷	银杏叶	大孔吸附树脂	总黄酮	D201 型树脂, 20% 乙醇洗脱	[40]
银杏内酯	银杏叶	大孔吸附树脂	萜类内酯	D101 型树脂, 以生药材-树脂 (1:1) 上样, 加 20% 乙醇 5 BV 洗脱杂质, 加 60% 乙醇 4 BV 洗脱	[92]
聚异戊烯醇	银杏叶	大孔吸附树脂	吸附量、解吸附量	0.26 g·L ⁻¹ 药液 5 BV 以 3.4 BV·h ⁻¹ 速率上样, 用 63% 乙醇 5 BV 以 3.7 BV·h ⁻¹ 速率洗脱	[93]
异黄酮	野葛	大孔吸附树脂、萃取法	总黄酮	70% 乙醇洗脱 0.5 倍量正丁醇萃取 4 次	[94]
黄酮	灯盏细辛	沉淀法	野黄芩苷	10% 氢氧化钠溶液调 pH 7.5, 趁热滤过, 用 20% 硫酸溶液调 pH 2.0, 在 60 °C 保温 18 min, 静置 0.5 h, 析出棕色沉淀物, 倾取上层液, 静置 20 h	[95]
		大孔吸附树脂	灯盏花乙素	AC-3 型树脂, 70% 乙醇洗脱	[96]
黄酮	黄芪	大孔吸附树脂	总黄酮、总皂苷	XDA 型树脂, 以 2 BV·h ⁻¹ 流速上样, 饱和吸附后加水 4 BV 洗脱, 分别加体积分数 30%, 50%, 70% 的乙醇溶液各 4 BV 洗脱	[97]
黄芪皂苷	黄芪	大孔吸附树脂	总皂苷	D101 型树脂, 0.8 g·mL ⁻¹ 药液 (pH 7.0) 3.5 BV 上样, 加 70% 乙醇 5 BV 以 1 BV·h ⁻¹ 流速洗脱	[98]
黄芪多糖	黄芪	超滤法	多糖	0.35 MPa 和 30 °C 下, 20 g·L ⁻¹ 料液以 0.467 L·S ⁻¹ 的流速过滤	[99]
黄酮	苦碟子	大孔吸附树脂	苦碟子总黄酮	DM130 型树脂, pH 8.0 药液上样, 加 pH 2.0 盐酸水溶液洗脱, 加 70% 乙醇 4 BV 以 5 BV·h ⁻¹ 流速洗脱	[100]
皂苷	刺五加	大孔吸附树脂	五加皂苷	AB-8 型树脂, 60% 乙醇以 27.22 × 10 ⁻⁶ m ³ ·min ⁻¹ 流速洗脱	[77]
多糖	刺五加	沉淀法	多糖	乙醇-浸提液 (4:1) 在 -20 °C 和 pH 7 下醇沉 36 h	[79]

3 讨论

由表 1 可知, 回流法和超声法为最常用的提取方法, 其他还有超临界萃取法、微波法、浸渍法、煎煮法、酶法、闪式提取法、水蒸气蒸馏法、渗漉法、索氏提取法。需要注意的是, 有些技术如超声法, 由于噪音等工业污染问题, 难以适应工业化大生产的需求, 因此文献研究多为实验室规模。

从组分的化学结构类型与选取的提取方法和溶剂种类分析, 黄酮类成分, 如麦冬的高异黄酮、苦碟子的黄酮类, 最常用的是回流提取法、超声法, 所用溶剂多为不同体积分数乙醇; 多糖类成分, 如红参的人参多糖等, 最常用的是浸渍法, 所用溶剂多为水; 菲醌类成分, 如丹参的丹参酮, 最常用

的是回流提取法, 所用溶剂多为 95% 乙醇; 皂苷类成分, 如红参的人参皂苷等, 最常用的是回流提取法和酶法, 所用溶剂多为水和不同体积分数乙醇; 挥发油类成分, 如红花、降香的挥发油, 常用水蒸气蒸馏法和超临界萃取法, 溶剂多为水; 木脂素类成分, 如五味子的木脂素, 主要运用超临界萃取法、超声法和回流法, 溶剂为不同体积分数乙醇; 萜类成分, 如银杏叶中的银杏内酯和聚异戊烯醇, 最常用的是回流提取法, 所用溶剂多为乙醇和石油醚; 生物碱类成分, 如附子的乌头碱和川芎的生物碱, 主要采用回流法和浸渍法, 溶剂多为水和不同体积分数乙醇; 苯丙素类成分, 如丹参的丹酚酸, 主要采用煎煮法和闪式提取法, 所用溶剂为水; 酚苷, 如刺五加的酚苷, 提取方法有超声法, 所用溶剂为乙醇。由此可见, 提取

方法应根据被提取成分的主要理化性质,同时兼顾各种提取分离技术的原理和特点进行选定,使所需要的成分能充分地得到提取和分离。

提取方法考察中,常选择适当的指标,设计不同参数对试验结果进行对比,以确定最佳提取工艺条件。选择的指标常包括组分或成分含量、指纹图谱、药效指标等,具体提取工艺参数常包括溶剂类型、粉碎度、提取时间、提取次数、加溶剂量等。采用的实验方法主要有单因素试验、正交试验、均匀设计、响应面法、田口试验设计等。例如以丹参酮 II_A 的含量为指标,乙醇体积分数、乙醇用量和提取时间为考察因素,采用正交设计优选丹参中丹参酮的最佳提取工艺条件为加 10 倍量 95% 乙醇回流提取 1.5 h^[24]。

由表 2 可知,目前治疗心血管疾病常用中药组分的分离纯化技术主要有 6 种,按出现频次排序分别为大孔吸附树脂法、沉淀法、超滤法、萃取法、生物转化技术和分子印迹技术。其中最常用的是大孔吸附树脂法,其常常与萃取法或沉淀法联合使用。本文通过系统归纳治疗心血管疾病常用中药组分提取分离方法文献,为全面了解中药有效组分的提取分离方法提供参考,为进一步提高中药的有效性、稳定性和减少过敏反应等副作用提供依据,以保证更有效地提高中药防治心血管疾病的水平。

[参考文献]

[1] 胡志华,梁黔生,郑智,等.丹参酮 II_A 对血管紧张素 II 诱导心肌细胞肥大的影响[J].中国临床医学,2009,16(1):34-36.

[2] Fu J J, Huang H Q, Liu J, et al. Tanshinone II_A protects cardiac myocytes against oxidative stress-triggered damage and apoptosis[J]. Eur J Pharmacol, 2007,568(1/3):213-221.

[3] Liu J Q, Lee T F, Miedzyblocki M, et al. Effects of tanshinone II_A, a major component of *Salvia miltiorrhiza*, on platelet aggregation in healthy newborn piglets[J]. J Ethnopharmacol, 2011,137(1):44-49.

[4] Jang S I, Kim H J, Kim Y J, et al. Tanshinone II_A inhibits LPS-induced NF- κ B activation in RAW 264.7 cells: possible involvement of the NIK-IKK, ERK1/2, p38 and JNK pathways[J]. Eur J Pharmacol, 2006,542(1/3):1-7.

[5] 王梓宁. 中医药治疗心血管病的文献计量分析[D]. 北京:中国中医科学院,2013.

[6] 胡建军. 近 3 年治疗心血管病中成药用药分析[J]. 吉林医学,2012,33(2):276-277.

[7] 张勇. 中药注射剂治疗冠心病心绞痛近况[D]. 北京:北京中医药大学,2007.

[8] 曹媛,曹婉雯,陈渊成,等.丹参水溶性成分抗心肌缺血的作用机制[J].药学进展,2010,34(6):248-255.

[9] 陈彦,贾晓斌,范晨怡,等.注射用红参多糖的提取

纯化工艺研究[J].中成药,2006,28(5):645-647.

[10] 谢丽玲,任理,赖县生,等.红参中人参总皂苷的提取纯化工艺研究[J].中药材,2009,32(10):1602-1605.

[11] 黄孝闻,李效贤,张春椿,等.正交设计法优选参附汤提取工艺[J].中华中医药学刊,2012,30(2):352-354.

[12] 张小燕,张旭,蔡宝昌,等.麦冬多糖的提取工艺考察[J].中药新药与临床药理,2006,17(6):458-460.

[13] 黄山,张硕,赵文英,等.酶法提取麦冬多糖的工艺条件研究[J].食品研究与开发,2009,30(1):29-32.

[14] 胡瑞君,车振明,徐丹,等.复合酶法提取麦冬总皂苷工艺条件的研究[J].食品研究与开发,2007,28(7):71-75.

[15] 王思思,包永睿,孟宪生,等.麦冬有效组分的提取工艺及组分与药效相关性分析[J].时珍国医国药,2013,24(3):559-561.

[16] 曾品涛,郑一敏,胥秀英,等.超临界 CO₂ 萃取麦冬中高异黄酮类物质的工艺研究[J].中国药业,2010,19(24):45-46.

[17] 罗一帆,吴伟康,陈学文,等.正交试验优化附子生物碱提取条件的实验研究[J].中药材,2005,28(12):1109-1111.

[18] 王健慧,李勇,孙玉柱,等.均匀设计法提取附子总生物碱的工艺研究[J].安徽农业科学,2011,39(26):15920-15921.

[19] 戴军,徐佐旗,赵婷,等.超临界 CO₂ 提取五味子木脂素的工艺研究[J].食品与药品,2010,12(9):312-315.

[20] 邓翀,颜永刚,梁婷,等.多指标综合评价南五味子木脂素提取工艺[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(9):4-6.

[21] 杨磊,马春慧,祖元刚.北五味子木脂素超声提取工艺[J].农业工程学报,2009,25(S1):185-192.

[22] 孟宪军,李冬男,汪艳群,等.响应曲面法优化五味子多糖的提取工艺[J].食品科学,2010,31(4):111-115.

[23] 高晓旭,孟宪军,李继海,等.北五味子多糖超声波提取条件的优化[J].食品研究与开发,2008,29(9):27-30.

[24] 韩晓珂,刘汉清,张明,等.渗漉法和回流法提取丹参药渣中脂溶性成分的比较研究[J].现代中药研究与实践,2009,23(1):61-63.

[25] 何雁,刘勇,李毅,等.均匀设计法优化超临界 CO₂ 流体萃取丹参中丹参酮工艺的研究[J].中国中药杂志,2006,31(24):2042-2045.

[26] 那曩宇.基于分子印迹技术的丹参总酚酸吸附材料研究[D].天津:天津理工大学,2012.

[27] 洪喆,洪贇.基于 Box-Behnken 设计-响应面法优化

- 丹参总酚酸闪式提取工艺[J]. 亚太传统医药, 2013, 9(5): 25-27.
- [28] 雷玉霞. 丹红口腔崩解片的药学研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2007.
- [29] 韩小金, 张荣, 毕继诚. 超临界 CO₂ 萃取红花挥发油的实验研究[J]. 中成药, 2009, 31(2): 212-216.
- [30] 王成湖, 黄娜. 红花挥发油的提取及其 β -环糊精包合工艺研究[J]. 医药导报, 2007, 26(11): 1346-1347.
- [31] 郭丽冰, 王蕾, 严优苟. 降香总黄酮提取工艺的正交设计实验优选[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(8): 1965-1966.
- [32] 罗沛, 刘海燕, 何明珍, 等. 降香挥发油提取工艺的研究[J]. 江西中医学院学报, 2011, 23(2): 45-47.
- [33] 李奉勤, 田志国, 史冬霞, 等. 正交试验探讨降香挥发油的最佳提取条件[J]. 中国实验方剂学杂志, 2005, 11(4): 23-24.
- [34] 马琳, 王秀杰, 张坚, 等. 中药川芎中川芎嗪提取工艺优化的探索[J]. 时珍国医国药, 2007, 18(12): 3057-3058.
- [35] 王芳, 朱克, 尤卫民. 川芎中川芎嗪超临界 CO₂ 萃取法提取工艺研究[J]. 中国药业, 2008, 17(24): 42-43.
- [36] 宋煜, 陈建忠, 陆晓红. 正交设计优选川芎中川芎嗪提取工艺[J]. 福建中医学院学报, 2007, 17(6): 33-34.
- [37] 朱家校, 何伟, 李勇, 等. 响应面分析法优化川芎藭本内酯提取工艺的研究[J]. 中成药, 2011, 33(12): 2172-2175.
- [38] 马丽娜, 白曼, 王景媛, 等. 星点设计-响应面法优化川芎生物碱提取工艺[J]. 中南药学, 2013, 11(2): 95-98.
- [39] 刘晶芝, 赵永光, 冯玉珠, 等. 超声法提取银杏叶黄酮类化合物的工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(14): 4105-4106.
- [40] 应国清, 王玉姣, 易喻, 等. 银杏叶黄酮类化合物的分离纯化[J]. 中国生化药物杂志, 2006, 27(1): 43-44, 55.
- [41] 张鹏. 银杏叶黄酮的微波提取及其抗氧化性研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(12): 5496-5497.
- [42] 孙婷. 超临界 CO₂ 法萃取银杏叶黄酮及其含量测定的研究[J]. 中国食品学报, 2005, 5(3): 126-129.
- [43] 王敏, 陆兆新, 吕凤霞, 等. 响应曲面法优化酶法提取银杏叶总黄酮[J]. 食品科学, 2007, 28(3): 117-121.
- [44] 朱兴一, 谢捷, 忙怡丽, 等. 微波辅助提取银杏叶萜类内酯的工艺研究[J]. 高校化学工程学报, 2009, 23(6): 1080-1083.
- [45] 王平, 陈丹龙, 朱兴一, 等. 闪式提取银杏叶中萜类内酯的工艺研究[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(11): 2825-2826.
- [46] 韩奇, 蔡钟钦, 蔡睿华, 等. 正交设计法优选银杏叶有效成分提取工艺的研究[J]. 中国中医药科技, 2011, 18(3): 211-212.
- [47] 孙磊, 李春斌, 白静, 等. 正交设计法在银杏叶聚戊烯醇提取工艺中的应用[J]. 中国现代应用药学, 2006, 23(5): 361-363.
- [48] 吴秋月, 陈鹏, 仲月明, 等. 响应面法优化提取银杏雄株叶片聚戊烯醇的工艺研究[J]. 中成药, 2013, 35(2): 267-272.
- [49] 张爱岑, 李正国, 于立佐. 煎煮时间对葛根水溶性成分的影响[J]. 中药材, 1997, 20(2): 93-94.
- [50] 甘琳, 周芳, 张越非, 等. 葛根总黄酮提取工艺的比较[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(4): 929-931.
- [51] 李德山, 韩娟. 葛根总黄酮提取工艺[J]. 黑龙江科技信息, 2012, 16(20): 31.
- [52] 张俭, 杨艳梅, 肖雅元, 等. 灯盏花黄酮超声波辅助提取工艺研究[J]. 江苏农业科学, 2008, 36(4): 212-213.
- [53] 武正才, 梁晓原, 缪菊莲, 等. 超临界 CO₂ 萃取灯盏花中总黄酮成分的工艺研究[J]. 云南中医学院学报, 2004, 27(2): 34-36.
- [54] 孙飞, 李晓晔, 朱星枚, 等. 微波与索氏提取野黄芩苷的正交实验比较[J]. 第四军医大学学报, 2009, 30(18): 1735-1737.
- [55] 李廷钊, 刘文庸, 李国栋, 等. 灯盏细辛提取工艺的研究[J]. 中国医药工业杂志, 2002, 33(6): 281-282.
- [56] 曹勇, 马艳梅, 商雪娇, 等. 响应面法优化超声辅助醇提取黄芪中的黄酮最佳工艺[J]. 食品工业科技, 2014, 35(22): 278-280.
- [57] 肖卫华, 韩鲁佳, 杨增玲, 等. 响应面法优化黄芪黄酮提取工艺的研究[J]. 中国农业大学学报, 2007, 12(5): 52-56.
- [58] 谢蓝华, 杜冰, 叶琼娟, 等. 正交试验优化酶法提取黄芪总黄酮工艺[J]. 包装与食品机械, 2013, 31(3): 7-12.
- [59] 肖卫华, 韩鲁佳. 黄芪黄酮乙醇回流提取工艺的研究[J]. 食品工业科技, 2008, 29(1): 233-235.
- [60] 赵强强, 韩丽, 熊永爱, 等. 闪式与回流提取黄芪皂苷工艺比较[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(13): 1-3.
- [61] 王书梅, 程晓卫, 吴立明. 正交实验法优选黄芪中黄芪甲苷的水提取工艺[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(12): 2519-2520.
- [62] 蒙英, 赵旭壮, 李明元. 超临界 CO₂ 萃取黄芪皂苷的工艺研究[J]. 食品与发酵科技, 2011, 47(4): 42-44.
- [63] 马雪松, 谭蔚, 李莉. 正交试验法优选黄芪甲苷的提取工艺[J]. 河北科技大学学报, 2006, 27(1): 57-60.

- [64] 蒲军,郭梅,杜连祥,等. 漆酶提取黄芪中黄芪皂苷的研究[J]. 中草药,2005,36(12):1809-1811.
- [65] 龚盛昭,杨卓如,曾海宇. 微波提取黄芪皂苷的工艺研究[J]. 中成药,2005,27(8):889-891.
- [66] 龚盛昭,杨卓如. 微波辅助提取黄芪多糖的工艺研究[J]. 华南理工大学学报:自然科学版,2004,32(8):93-96.
- [67] 郝颖,东方,金莉娜,等. 响应面法优化黄芪多糖提取工艺[J]. 哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2013,29(1):22-26.
- [68] 陈学伟,马书林. 酶法提取黄芪多糖的研究[J]. 上海中医药杂志,2005,39(1):56-58.
- [69] 金汝城,周术涛,张东博. 均匀设计优化超声波法提取黄芪多糖的研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(12):5498-5499.
- [70] 陈艳蕊,金文闻,罗晓捷,等. 黄芪多糖的闪式提取技术研究[J]. 现代生物医学进展,2010,10(17):3322-3325.
- [71] 赵强强,韩丽,熊永爱,等. 田口实验设计法优选黄芪多糖的提取工艺[J]. 中国实验方剂学杂志,2010,16(12):1-3.
- [72] 陈英红,姜翔之,罗浩铭,等. 苦碟子总黄酮提取工艺研究[J]. 特产研究,2011,33(1):29-30.
- [73] 王建安,李艳芝,吴国荣,等. 超声波提取抱茎苦苣菜总黄酮工艺的研究[J]. 南京师大学报:自然科学版,2009,32(1):120-123.
- [74] 武惠斌. 抱茎苦苣菜总黄酮的提取纯化及生物活性研究[D]. 长春:吉林农业大学,2011.
- [75] 秦汝兰,黄玉. 抱茎苦苣菜中腺苷超声提取工艺研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(22):11771-11772.
- [76] 刘忠英,晏国全,胡秀丽,等. 中药刺五加中总皂苷的微波辅助提取方法研究[J]. 药物分析杂志,2007,27(1):25-28.
- [77] 赵萍,田晶,费旭,等. 刺五加皂苷的提取工艺[J]. 大连工业大学学报,2013,32(5):316-319.
- [78] 孟繁磊,陈瑞战,张敏,等. 刺五加多糖的提取工艺及抗氧化活性研究[J]. 食品科学,2010,31(10):168-174.
- [79] 李天金,翟树平,李洁,等. 刺五加多糖提取纯化工艺的优化[J]. 安徽农业科学,2009,37(17):7977-7980.
- [80] 杨磊,高岩峰,刘洋,等. 超声波提取刺五加主要酚苷及苷元的工艺优化[J]. 林产化学与工业,2009,29(3):93-99.
- [81] 黄立新,熊友文,张启云,等. 红参中人参总皂苷的大孔树脂纯化工艺[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(6):6-9.
- [82] 廖工铁,曾宪明. 参附注射液制备工艺的研究[J]. 中成药,1989,11(7):2-3.
- [83] 徐攀,陈京,温思思,等. 响应面法优化参附汤总多糖的制备工艺[J]. 浙江中医药大学学报,2014,38(2):121-126.
- [84] 王永毅. 参麦注射液组方药材浙麦冬的质量控制方法研究[D]. 杭州:浙江大学,2012.
- [85] 俞昕. D-101 大孔吸附树脂富集麦冬中总皂甙的工艺研究[J]. 硅谷,2008,1(24):2-3.
- [86] 毛讯. 大孔树脂 AB-8 纯化麦冬多糖工艺的研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(14):7308-7338.
- [87] 吴丽. 基于生物转化技术进行附子减毒增效的研究[D]. 成都:西华大学,2012.
- [88] 尹焯,刘严生,于叶玲,等. 用大孔树脂提取和纯化五味子总木脂素[J]. 沈阳药科大学学报,2007,24(2):113-117.
- [89] 吴婉莹,杨洲,侯晋军,等. 总丹参酮不同纯化工艺的比较[J]. 中草药,2008,39(12):1815-1818.
- [90] 高霞,王著明,温守俭. 不同水提醇沉法纯化丹参总酚酸工艺的比较[J]. 吉林医学,2009,30(7):614-615.
- [91] 郭丽冰,黄丽容. 降香总黄酮提取纯化工艺考察[J]. 国际医药卫生导报,2006,12(19):69-71.
- [92] 钦富华,黄孝闻,夏晓静,等. 大孔吸附树脂法同时纯化银杏叶中黄酮苷和萜类内酯[J]. 广东药学院学报,2013,29(2):142-146.
- [93] 苏玉萍. 银杏总内酯的纯化工艺研究[D]. 哈尔滨:黑龙江中医药大学,2013.
- [94] 王薇,康亚国. 葛根总黄酮提取纯化工艺研究[J]. 陕西中医学院学报,2007,30(6):53-54.
- [95] 田帅华,李钦. 灯盏细辛中野黄芩苷提取纯化工艺研究[J]. 中成药,2010,32(1):124-127.
- [96] 赵艳,施荣富,王春红. 大孔吸附树脂分离纯化灯盏花提取物中灯盏花甲素和灯盏花乙素的研究[J]. 中草药,2009,40(S1):153-155.
- [97] 王治平,高英,李卫民,等. 大孔吸附树脂纯化黄芪总黄酮和总皂苷的研究[J]. 中药材,2010,33(7):1163-1166.
- [98] 黄绳武,吴智慧. 大孔吸附树脂分离纯化黄芪皂苷的工艺研究[J]. 中药材,2006,29(12):1352-1355.
- [99] 焦光联,杨艳,何葆华. 超滤提取黄芪多糖的工艺研究[J]. 化学与生物工程,2010,27(8):58-61.
- [100] 吴金义,李兴杰,陈雪松,等. 大孔树脂纯化苦碟子总黄酮的工艺条件和参数[J]. 吉林大学学报:医学版,2011,37(5):792-796.

[责任编辑 刘德文]