

## 超声提取在中药化学成分提取中的应用

薛峰<sup>1</sup>, 李春娜<sup>2</sup>, 李朋收<sup>2</sup>, 刘洋洋<sup>2</sup>, 范冰冰<sup>2</sup>, 包海鹰<sup>1\*</sup>, 徐瞰海<sup>2\*</sup>, 刘铜华<sup>2,3</sup>

(1. 吉林农业大学中药材学院, 长春 130118;

2. 北京中医药大学, 北京 100029; 3. 北京中医药大学中医养生学教育部重点实验室, 北京 100029)

**[摘要]** 介绍了超声提取中药化学成分的的原理及特点, 综述了超声提取植物药、动物药、菌物药中有效成分的研究进展, 指出了超声提取过程中存在的缺点和不足, 展望了超声提取的发展方向。为研究者利用超声提取中药中的化学成分提供一些参考和借鉴。

**[关键词]** 超声提取; 中药; 化学成分

**[中图分类号]** R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2014)18-0231-04

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2014180231

## Application in Ultrasonic Extraction Chemical Constituents of Traditional Chinese Medicine

XUE Feng<sup>1</sup>, LI Chun-na<sup>2</sup>, LI Peng-shou<sup>2</sup>, LIU Yang-yang<sup>2</sup>, FAN Bing-duo<sup>2</sup>,  
BAO Hai-ying<sup>1\*</sup>, XU Tun-hai<sup>2\*</sup>, LIU Tong-hua<sup>2,3</sup>

(1. College of Chinese Tradition Medicine, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China;

2. Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China;

3. Health Cultivation Laboratory of the Ministry of Education, Beijing 100029, China)

**[Abstract]** The principle and characteristics of ultrasonic extraction of chemical constituents in traditional Chinese medicine were introduced in this paper. It also summarized the research progress in ultrasonic extraction of

**[收稿日期]** 20130923(023)

**[基金项目]** 国家国际科技合作专项(2010DFB33260);北京中医药大学创新团队项目(2011-CXTD-19)

**[第一作者]** 薛峰, 硕士, 从事中药活性成分研究, Tel:15948329363, E-mail:xfeng0817@126.com

**[通讯作者]** \*包海鹰, 教授, 博士生导师, 从事中药化学成分及药理活性成分研究, E-mail:baohaiying2008@126.com;

\*徐瞰海, 教授, 博士生导师, 从事中药活性物质基础研究, E-mail:thxu@yahoo.com

- [17] 顾衡. 临床运用附子的毒品性问题研究[J]. 云南中医中药杂志, 2012, 33(7):82.
- [18] 王若华, 张灵梅, 王若新. 贝母、附子同用致狂证 1 例[J]. 中国中药杂志, 1997, 22(8):505.
- [19] 王永祥. 附子安全使用探析[J]. 现代中医药, 2012, 32(4):67.
- [20] 郑露露. 附子炮制中的成分流失[J]. 中药通报, 1983, 8(2):26.
- [21] 王宁波, 张学臻. 附子中毒致严重心律失常 1 例[J]. 医学文选, 1999, 18(6):1006.
- [22] 张唐颂, 陈家璇. 误服生附子中毒一例[J]. 中国医院药学杂志, 1991, 11(12):572.
- [23] 谢力群. 成功抢救 1 例中药附子中毒致多器官衰竭的护理体会[J]. 医学信息, 2010, 23(13):2172.
- [24] 唐春荣, 张新. 附子中毒 1 例[J]. 中国中药杂志, 2002, 27(12):954.
- [25] 黄婧文. 中药乌头不良反应原因分析和对策[J]. 中国药业, 2011, 20(22):89.
- [26] 陈学习, 彭成. 附子毒性控制的多因素探析[J]. 中华中医药学刊, 2007, 25(4):680.
- [27] 许廷生, 梁秀兰. 附子的毒副作用分析及对策[J]. 中国药师, 2003, 6(8):518.
- [28] 陆广莘, 贾谦. 药之害在医不在药[J]. 世界科学技术, 2003, 5(3):72.

[责任编辑 邹晓翠]

effective components in plant medicine, animal medicine and fungus medicine. The defect and deficiency in the process of ultrasonic extraction were pointed out and the research direction of ultrasonic extraction was also prospected. This paper will provide some reference for researchers in extracting the chemical composition of traditional Chinese medicine using ultrasonic technology.

**[Key words]** ultrasonic extraction; traditional Chinese medicine; chemical composition

中药是我国传统中医学必不可少的组成部分,中华民族使用中药治疗疾病已有几千年的历史。由于中药副作用少,尤其对一些慢性疾病有着特殊的疗效,因此越来越受到世界的欢迎与重视。中药所含化学成分复杂,不仅含有有效成分,还含有无效成分,甚至含有有毒成分。所以长期以来人们就利用各种提取分离方法,从原药材中提取有效成分,除去无效成分和有毒成分。国内外目前提取中药化学成分的方法主要采用常规提取法:煎煮法、回流提取法、渗漉法、浸渍法,但是这些常规方法存在着需要加热、提取时间长、提取率低、溶剂用量大、杂质清除率低等缺点。随着科学的进步,技术的发展,由于超声提取具有提取时间短,节约溶剂,避免高温对提取成分的破坏等优点而被人们广泛应用于中药有效成分的提取。

### 1 超声提取的基本原理及特点

中药内许多有效化学成分为细胞内成分,提取时需要破碎细胞壁、细胞膜才能将它们提取出来,而现有的化学和机械方法往往很难起到理想的破碎细胞效果,从而影响提取效果。超声波能够通过空化效应、机械效应、热效应等<sup>[1]</sup>破碎药材细胞的细胞壁、细胞膜,使溶剂渗透到药材的细胞内或使细胞内的化学成分扩散到细胞外,从而使更多的细胞内成分溶解到溶剂中,再通过分离提纯以得到所需要的有效成分。

超声提取作为一种比较先进的提取技术,相比传统的提取方法具有很多的优势和特点。如提取时间短<sup>[2]</sup>、节约溶剂<sup>[3]</sup>、提取率高<sup>[4]</sup>、应用广泛<sup>[5]</sup>等。这些优势和特点使得超声提取在中药化学成分提取方面获得了广泛应用。

### 2 超声提取在植物药中的应用

植物药是我国传统中药的最重要组成部分,占常用中药的 90% 以上。超声提取在植物药化学成分提取方面的应用已经显示出明显的优势,并且对各类化合物的提取都有很好的效果。因此受到研究者的高度重视和广泛研究。

**2.1 多糖类** 陈吉生等<sup>[6]</sup>采用正交试验确定超声波提取枸杞多糖的最佳工艺:料液比为 1:20,提取时间为 30 min,提取温度为 60 ℃,提取液的 pH 8。超声波法提取枸杞多糖具有得率高,超声时间短,有效成分破坏少等特点。

韩荣生等<sup>[7]</sup>在超声条件下提取甘草多糖的适宜条件为:提取次数为 3 次,提取时间为 20 min,提取温度为 45 ℃,料液比为 1:20(g·mL<sup>-1</sup>),该提取条件下甘草多糖的含量为 2.39%。利用超声提取多糖相对其他提取方法有较大优势,可缩短提取时间、提高提取效率。

**2.2 黄酮类** 张喜梅等<sup>[8]</sup>以乙醇为溶剂,预浸时间为 10 min,超声功率为 300 W,超声提取时间为 20 min,占空比为 1 时,所得到葛根中总黄酮的提取率最大。

刘旭等<sup>[9]</sup>在单因素试验基础上,对乙醇体积分数、料液比和提取次数三因素进行 Box-Behnken 设计及响应面分析表明超声辅助提取白背三七中黄酮化合物的优化工艺参数为乙醇体积分数 55%、料液比 1:35(g·mL<sup>-1</sup>)、提取次数 4 次,在此条件下总黄酮得率为 3.071% (30.71 mg·g<sup>-1</sup>),与预测值(3.095%)基本相符,说明超声提取三七中的黄酮化合物有很高的收率。

**2.3 生物碱类** 谢彩娟等<sup>[10]</sup>以延胡索的活性成分延胡索乙素、原阿片碱的含量为评价指标,采用单因素轮换试验法考察了超声时间、温度、功率以及提取溶剂的酸度、浓度、用量等因素对超声法提取延胡索总生物碱的影响。结果确定了延胡索总生物碱超声提取的最佳条件是超声 60 min,提取温度 40 ℃,超声功率 350 W,提取溶剂用量 30 倍,乙醇为 70%,醋酸调 pH 3.5;并进一步与传统回流提取法比较,延胡索乙素、原阿片碱的提取率提高均在 18% 以上,且超声提取时间 60 min 明显短于回流提取的时间 6 h,充分证明了超声提取技术提取效率高的优点。

另有报道<sup>[11-12]</sup>使用超声提取半枝莲、马钱子、板蓝根中总生物碱,都有提取时间短,提取率高等优点。

**2.4 皂苷类** 秦枫等<sup>[13]</sup>在三七皂苷的提取中,直接以水饱和的正丁醇超声提取,与乙醇提取工艺进行了比较,发现提取率增加近 1%,而且薄层检定结果表明,水饱和的正丁醇提取物较乙醇提取物杂质较少。超声提取工艺省略了萃取步骤,简化了工艺。

尤新军等<sup>[14]</sup>采用水浴加热法、超声法和微波法等 3 种方法提取黄精总皂苷。结果表明:超声法提取黄精总皂苷方法最佳,具有高效、安全、成本低等优点,且能保护被提取成分不被破坏。并且确定最优提取工艺为:超声提取,80% 乙醇提取 2 次,提取温度 60 ℃,提取时间 50 min,料液比 1:15,提取总皂苷含量在 3.4% 以上。

**2.5 萜类和挥发油** 黄晓巧等<sup>[15]</sup>采用正交试验设计,用分光光度法测定灵芝中三萜类成分的含量。选出最佳提取工艺为加 40 倍量甲醇,超声提取 3 次,每次 30 min。优选得到的提取工艺稳定、可行、提取率高,可用于灵芝中三萜类成分的提取。

张迪等<sup>[16]</sup>在单因素实验的基础上通过正交试验探讨超声波辅助萃取杭白菊精油的最佳工艺。结果表明超声提取温度为 50 ℃、超声提取功率为 70 W、超声提取时间为 25 min、提取次数为 2 次时提取效果最佳。

**2.6 有机酸类** 陈玲玲等<sup>[17]</sup>采用 HPLC 测定溪黄草中咖啡酸与迷迭香酸含量,以咖啡酸与迷迭香酸提取率为指标,在单因素试验基础上,通过 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) 正交试验考察提取溶剂、料液比、提取时间对工艺的影响。结果表明最佳提取工艺条

件为加 20 倍量 30% 乙醇超声提取 40 min。优选的工艺简单、经济、提取率高,可为中药溪黄草的开发利用提供参考。

杨丹丹等<sup>[18]</sup>以绿原酸为指标,采用单因素考察和正交试验结合的方法,对乙醇浓度、乙醇倍量、提取时间 3 个因素进行考察,优选提取工艺。发现乙醇浓度对款冬花中绿原酸的提取率影响最大,其次是提取时间,乙醇倍量影响最小,得出超声提取款冬花中绿原酸的最佳提取工艺参数为 30 倍量 70% 乙醇,提取时间为 30 min。

**2.7 油脂类** Luque-garcia J L 等<sup>[19]</sup>用超声辅助索氏提取向日葵、油菜和大豆等种子中的油脂,可以大大减少索氏提取的时间。提取相同数量的油脂,用超声辅助索氏提取,可以节约一半以上的时间,并且提取的油脂的性质与常规方法相同。

史娟<sup>[20]</sup>探讨了提取温度、时间、料液比对汉中小油桐种子油脂超声波提取的影响。在单因素试验基础上,进行正交试验的结果表明最佳工艺参数为:超声提取温度为 55 ℃,提取时间 40 min,料液比 1:10(g·mL<sup>-1</sup>)。

### 3 超声提取在动物药中的应用

我国应用动物药防治疾病的历史悠久,远在几千年前就知道利用动物的各种器官、组织及代谢产物进行防病治病。分离提纯动物药中的有效成分制成相应的制剂是中医药发展的一大趋势。而用超声提取动物药中的有效成分逐渐被更多的研究者所接受和利用,并取得了良好的效果。

陈檬等<sup>[21]</sup>采用单因素正交实验设计优化超声提取牡蛎中氨基酸的提取工艺,确定以水为溶剂,固液比为 2:15,水浴温度 70 ℃,70 W 的超声功率处理 10 min 为最佳参数。

张国平等<sup>[22]</sup>采用超声辅助提取蟾皮中蟾蜍甾啞活性成分,以单因素实验考察各因素对蟾蜍甾啞提取率的影响,确定了较佳的提取工艺条件:50% 乙醇,pH 为 4 的酸性溶液,温度 50 ℃,固液比为 1:15,提取时间为 60 min,功率 100 W,提取率为 0.371 8%,比传统提取方法提高了 1.33 倍,同时提取时间由 6 h 缩短为 1 h,与传统水加热回流提取法相比,缩短了提取时间,降低了成本,并有良好的蟾蜍甾啞提取率。

才凤等<sup>[23]</sup>通过单因素和正交试验,优化了超声提取鹿茸多肽的工艺条件,最终适宜参数:料液比为 1:10,提取次数为 3 次,提取时间为 10 min。该试验以水溶液为提取剂,成本低廉,工艺操作简单,而且提取过程中未加入任何有毒物质,因此,安全性较高,适于工业化生产。

梁芳慧等<sup>[24]</sup>采用正交实验设计系统研究了试剂浓度、试剂体积、超声时间、超声温度对鹿茸中次黄嘌呤的提取产生的影响。结果 1.000 g 焙干鹿茸样品用 40 mL 50% 乙醇 60 ℃ 提取 40 min 时,提取液中次黄嘌呤含量最多。超声辅助提取鹿茸中的次黄嘌呤,采用反相高效液相色谱-紫外检测器进行测定,在 1~30 mg·L<sup>-1</sup> 浓度范围内,其峰面积与浓度具有良好的线性关系,加标回收率 97.5%~102.9%。得出结论超声辅助提取次黄嘌呤,反相高效液相色谱法测定可以快速、准确测定经焙干处理后鹿茸样品中次黄嘌呤的含量。

### 4 超声提取在菌物药中的应用

传统的中药分植物药、动物药、矿物药三大类。历史上对真菌的研究因受真菌的微观性、多型性等特点的影响,长期以来视之为低等植物(孢子植物)如茯苓 *Poria cocos* F. A.

Wolf、灵芝 *Ganoderma lucidum* (Leyss. ex Fr.) Karst. 等约 30 种“真菌类药材”多被归属于植物药内。真菌药用历史悠久,入药作用广泛、疗效明显。因此提取其中的有效成分来更好的防病治病有着重要的意义<sup>[25]</sup>。因为多糖类多为菌物药的活性成分,因此研究者多利用超声提取菌物药中的多糖类成分。

胡斌杰等<sup>[26]</sup>以灵芝为研究对象,采用单因素分组实验法对灵芝多糖的热水法提取工艺和超声波法提取工艺进行了探讨。结果传统热水提取法的最佳工艺条件为料液比 1:20,浸提温度 90 ℃,提取时间 2 h,粒度 80 目;超声波提取法最佳工艺条件为料液比 1:15,浸提温度 60 ℃,提取时间 25 min,粒度 60 目。超声提取法与传统的热热水提取法相比,所需提取溶剂的用量更少、浸提温度更低、浸提时间更短、药物粉碎粒度要求更低,而多糖提取率提高 30% 以上。

刘宇文等<sup>[27]</sup>以云芝为研究对象,以云芝多糖含量为指标,采用正交试验法优选云芝多糖的最佳超声提取工艺为 20 倍量水、超声提取 2 次,每次 15 min,在此工艺条件下多糖的提取率为 3.84%;常规提取方法的最佳工艺为 30 倍量水,水浴提取 2 次,每次 1 h,在此工艺条件下多糖的提取率为 3.75%。结果表明,超声提取法与传统的热热水提取法相比,提取率略高,但其所需提取溶剂的用量更少、浸提时间明显缩短。

陈文强等<sup>[28]</sup>采用超声提取方法研究了猪苓菌核多糖提取的优化工艺条件。结果表明,在超声功率为 100 W 时,其最佳提取条件为 60 ℃,料液比为 1 g:30 mL,pH 7.0,提取时间为 40 min,*P. umbellatus* LBZ 多糖的量为 20.3 mg·g<sup>-1</sup>。与常规的沸水浴提取法比较,超声提取能显著提高猪苓多糖含量、缩短提取时间、减小料液比和降低提取温度。

张杰等<sup>[29]</sup>经单因素和正交试验得出超声提取蛹虫草多糖最佳工艺参数为:超声时间 40 min、超声温度 50 ℃、料液比 1:40,粗多糖提取率可达 15.48%。超声提取时间短、效率高、提取率高,是一种高效、快捷的多糖提取方法。

边洪荣等<sup>[30]</sup>采用正交试验法对香菇多糖的提取工艺进行研究,结果表明最佳工艺为用 12 mm 粒度药材,95% 乙醇醇沉,超声 80 min。结论:此方法是一种简单、快捷、高效的提取方法。

徐秀泉等<sup>[31]</sup>将单因素试验和响应面分析法结合对超声辅助提取桦褐孔菌总三萜的工艺条件进行优化,获得最佳提取工艺条件:超声提取温度 60 ℃、超声提取时间 22 min、料液比 1:23,在此条件下桦褐孔菌总三萜得率为 (5.40 ± 0.09)% (n=3)。采用超声提取工艺,缩短了提取时间、降低了提取温度,其原因是超声波产生的强烈振动、高的加速度、强烈的空化效应、搅拌作用等,都可加速有效成分进入溶剂,从而提高了提出率,缩短了提取时间,并且免去了高温对提取成分的影响,不失为一种较为先进的提取手段。

### 5 超声提取中药化学成分存在的问题和应用前景

虽然超声提取在中药化学成分提取中有着传统方法不可替代的优越性,但也存在着一些缺点有待改进。一是超声提取现在应用规模较小,目前还主要停留在实验室应用阶段,大规模工厂化应用受到限制。二是产生噪声是绝大多数

超声提取器共有的问题,在怎样消除噪声方面的问题值得研究者进一步探究。三是由于作用机制尚不明确,超声频率、浸泡时间、超声波作用时间、提取次数、提取溶剂的选择和浓度、用量、提取温度、药材粉碎粒度等都会影响超声提取的效率,限制了进一步的广泛应用。四是中药复方成分更加复杂,成分间性质各不相同,因此所需超声工艺条件不同,限制了其在中药复方方面的应用。五是超声提取是否破坏有些不稳定化合物的结构,尤其对有效化学成分稳定性的影响还需进一步深入研究。

超声提取在中药化学成分提取中发挥着越来越重要的作用,现已应用于大部分植物药化学成分的提取,在动物药和菌物药领域也逐渐应用开来。未来研究者们将更加注重超声提取机理方面的研究,以探索出一种提取各种单味药相对通用的系统方法。中医用药绝大多数都是复方药,因此,在单味药超声提取工艺的研究基础上应当更加注重复方药提取工艺的研究。随着科学技术的进步和超声提取工艺的不断完善,超声提取技术在中药领域将具有更加广阔的应用前景和开发价值。

### [参考文献]

[1] 万水昌,王志祥,乐龙,等. 超声提取技术在中药及天然产物提取中的应用[J]. 西北药学杂志, 2008, 23(1):60.

[2] 郭孝武,杨锐. 不同频率超声提取对益母草总碱提出率的影响[J]. 中国医院药学杂志, 1999, 19(8):465.

[3] Zdena Hromadkova, Julia Kovacikova, Anna Ebringerova. Study of the classical and ultrasound-assisted extraction of the corn cob xylan[J]. Indu Crops Prod, 1999, 9:101.

[4] 许茜,王红芳,周小羽. 太子参皂苷提取工艺优选[J]. 中草药, 2001, 32(9):144.

[5] 秦梅颂. 超声提取技术在中药中的研究进展[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(13):54.

[6] 陈吉生,吕剑豪. 超声法提取枸杞多糖工艺研究[J]. 今日药学, 2009, 19(12):46.

[7] 韩荣生,李鹏. 甘草多糖提取工艺条件的研究[J]. 世界中西医结合杂志, 2011, 6(3):234.

[8] 张喜梅,程良光,李琳,等. 超声提取葛根总黄酮成分的研究[J]. 声学技术, 2006, 25(2):110.

[9] 刘旭,刘微微,曹学丽. 白背三七总黄酮的超声提取工艺及 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性[J]. 食品科学, 2012, 33(4):134.

[10] 谢彩娟,张志琪. 超声提取延胡索总生物碱的研究[J]. 西北药学杂志, 2005, 20(4):153.

[11] 王桂玲,房建强,赵雪梅,等. 半枝莲中总生物碱的提取和纯化条件研究[J]. 中国现代应用药学, 2011, 28(5):399.

[12] 蒋莹莹,陈海波,李玉燕,等. 马钱子生物碱组分的提取和分离制备[J]. 中国现代应用药学, 2012, 29(12):1094.

[13] 秦枫,刘靖,陈玉勇,等. 三七总皂苷含量测定方法及超声提取工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(8):3061.

[14] 尤新军,郭蕊,王琳,等. 黄精总皂苷超声提取工艺研究[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(3):163.

[15] 黄晓巧,曹骋,贾薇. 灵芝三萜类成分超声提取工艺的研究[J]. 中药新药与临床药理, 2011, 22(3):346.

[16] 张迪,赵铭钦,姬小明,等. 超声波辅助萃取杭白菊挥发油工艺研究[J]. 西南农业学报, 2010, 23(6):2046.

[17] 陈玲玲,朱德全,蔡月娥,等. 正交试验优化溪黄草中咖啡酸和迷迭香酸的超声提取工艺[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(12):12.

[18] 杨丹丹,莫佳佳,陈林玲,等. 超声提取款冬花中绿原酸的工艺研究[J]. 中华中医药学刊, 2013, 31(1):118.

[19] Luque-garcia J L, Luque de Castro M D. Ultrasound-assisted soxhlet extraction: an expeditive approach for solid sample treatment Application to the extraction of total fat from oleaginous seeds [J]. J Chromatogr A, 2004, 1034(3):237.

[20] 史娟. 小油桐种子油脂的超声波提取与脂肪酸组成研究[J]. 粮油食品科技, 2013, 23(1):17.

[21] 陈檬,李和生. 超声提取牡蛎中氨基酸的工艺条件研究[J]. 食品科技, 2006, 3(2):41.

[22] 张国平,张晓萍,张晓嫒,等. 蟾皮中蟾蜍甙的超声提取工艺研究[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(8):1904.

[23] 才凤,苗翠,李洪江. 鹿茸多肽超声提取工艺研究[J]. 实用药物与临床, 2012, 15(1):32.

[24] 梁芳慧,靳丹虹,董丽丹. 鹿茸中次黄嘌呤的超声辅助提取法研究[J]. 中国实用医药, 2012, 7(11):53.

[25] 庄毅,陈建伟,谢小梅,等. 中药内的菌物药[J]. 中草药, 2012, 43(8):1458.

[26] 胡斌杰,陈金锋,王宫南. 超声波法与传统热水法提取灵芝多糖的比较研究[J]. 食品工业科技, 2007, 28(20):190.

[27] 刘宇文,熊耀康,姚振生,等. 云芝多糖超声提取方法的研究[J]. 江西科学, 2006, 24(4):179.

[28] 陈文强,邓百万,刘开辉. 猪苓多糖超声提取工艺条件优化[J]. 食品与生物技术学报, 2008, 27(4):53.

[29] 张杰,孙源. 超声提取蛹虫草多糖及其抗氧化活性分析[J]. 食品科技, 2013, 38(5):203.

[30] 边洪荣,孙广利,张海岚. 用正交试验法研究超声提取香菇多糖的最佳工艺[J]. 中药材, 2006, 29(3):289.

[31] 徐秀泉,田明月,秦庆玲,等. 响应面优化桦褐孔菌总三萜超声提取工艺[J]. 食品科技, 2011, 36(10):173.

[责任编辑 邹晓翠]