

# Progress in Extraction of Traditional Chinese Medicine Assisted with Microwave Irradiation

Ning Qin<sup>1,2</sup>, Qing Min<sup>1\*</sup>, Mixia Ma<sup>3,4</sup>, Wenxiang Hu<sup>2,3,5\*</sup>

<sup>1</sup>School of Pharmacy, Hubei University of Science and Technology, Xianning Hubei

<sup>2</sup>Jingdongxianghu Microwave Chemistry Union Laboratory, Beijing Excalibur Space Military Academy of Medical Sciences, Beijing

<sup>3</sup>School of Chemistry and Environmental Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan Hubei

<sup>4</sup>Beijing Union University, Beijing

<sup>5</sup>Space Systems Division, Strategic Support Troops, Chinese People's Liberation Army, Beijing

Email: \*baimin0628@163.com, \*huwx66@163.com

Received: Oct. 22<sup>nd</sup>, 2018; accepted: Nov. 8<sup>th</sup>, 2018; published: Nov. 15<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

This paper introduces the principle of microwave-assisted extraction technology, and summarizes the research progress and current status of microwave-assisted extraction of active constituents of traditional Chinese medicine, including medicinal plants, medicinal animals and medicinal minerals. It analyzes the important role of microwave extraction technology in the modernization of traditional Chinese medicine. The development of microwave chemistry is prospected.

## Keywords

Microwave-Assisted Extraction, Traditional Chinese Medicine, Research Progress

---

# 微波辅助提取中药成分研究进展

秦宁<sup>1,2</sup>, 闵清<sup>1\*</sup>, 马密霞<sup>3,4</sup>, 胡文祥<sup>2,3,5\*</sup>

<sup>1</sup>湖北科技学院药学院, 湖北 咸宁

<sup>2</sup>北京神剑天军医学科学院, 京东祥鹤微波化学联合实验室, 北京

<sup>3</sup>武汉工程大学, 化学与环境工程学院, 湖北 武汉

<sup>4</sup>北京联合大学, 北京

<sup>5</sup>中国人民解放军, 战略支援部队, 航天系统部, 北京

Email: \*baimin0628@163.com, \*huwx66@163.com

收稿日期: 2018年10月22日; 录用日期: 2018年11月8日; 发布日期: 2018年11月15日

---

\*通讯作者。

## 摘要

本文通过介绍微波辅助提取技术原理, 简述近年来微波辅助提取药用植物、药用动物、药用矿物中有效成分的现状和研究进展, 简要展望了微波化学的发展前景。

## 关键词

微波辅助提取, 中药, 研究进展

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

中药成分的提取是将传统的中药材或中药饮片经过一系列操作工序, 得到的目标中成药或其半成品的一种提取分离工艺。少部分中药是通过机械榨取得到其有效成分的, 而大部分中药是需要用液体溶剂通过一些操作从原料药中浸提得到其有效成分的[1] [2]。选择合适的提取方法, 对中药现代化研究有着重要作用。浸提的方法除了最传统的水煎煮法外, 还包括一般的渗漉法、回流法、浸渍法、改良明胶法等[3], 随着中药现代化研究的发展, 新型的浸提方法[4]逐渐应用到中药有效成分的提取中, 例如: 微波辅助提取(MAE)、超声波辅助提取(UAE)、闪式提取(STE)、生物酶解技术(ETE)、超临界流体萃取技术(SFE)、常温超高压提取技术(UHPE)、半仿生提取技术(SBE)等[5]。

微波辅助提取又称微波萃取技术(MAE), 是一种非常有发展潜力的新型萃取技术, 它是用微波能加热提取原料药的溶剂, 将所需有效成分从原料药中分离出来然后溶于提取溶剂。由于微波具有很强的穿透力, 可以在反应物内外部分同时均匀、迅速加热, 因此与常规提取工艺相比较其提取速度、效率都更好[6]。与其他新型提取技术相比, STE 虽然短时间破坏植物细胞壁, 使有效物质容易提取出来, 而 MAE 除了快速破坏植物的组织细胞壁, 用时还可以通过控制提取过程中的温度和功率, 更适用于多种中药的提取; SFE 的设备一般需要较大空间, 且费用贵, 同时仅比较适用一些含挥发油类成分的中药的提取[7], 而 MAE 一般是类似家用微波炉的仪器, 占地不大, 费用较低, 且适合多种中药的提取[8]。传统中药来源于药用植物、药用动物和药用矿物, 由于不同中药所含有效成分的含量和种类都不相同, 微波辅助提取是一种在溶剂浸提基础上发展而来的一种新型提取分离技术[9], 对多种中药都适用, 而且具有高效率、低耗能的优点。

本文就 MAE 在中药提取研究方面近十年的研究进展进行综述, 通过对三大检索文库(中国知网、万方数据和维普资讯)和 Springer Link 外文数据库, 以微波提取中药为关键词, 检索出大量的相关文献内容, 经过筛选和整理后, 从 MAE 的原理和特点以及微波辅助提取药用植物、药用动物、药用矿物几个方面进行简述, 以期可以为中药微波提取研究提供参考价值。

## 2. 微波辅助提取的原理与特点

### 2.1. 微波辅助提取的原理

微波辅助提取技术(MAE)是利用微波能来提高提取效率的一种技术。其主要是通过调节微波加热的

参数,有效地加热物料中的目标成分,对目标成分进行选择提取[10]。微波辅助提取技术提取中药有效成分,一方面是微波透过提取溶剂到达原料药内部,高频电磁波穿透提取溶剂到达原料药内部,微波能转化为热能为原料药内部开始升温增压,最后压力使细胞膨胀破裂,从而促进有效成分流出[11]。另一方面,微波所产生的电磁场可加速被提取组分的分子由固体内部向固液界面扩散的速率,从而使提取速率极大提高,并能降低萃取温度,最大限度地保证萃取物的质量。

微波萃取的原理是利用不同物质的介电常数不同,对微波的吸收程度也不同,由此产生的热量和传递给周围环境的热量也不同。在微波场中,利用不同结构的物质吸收微波能力的差异,使基体物质中的某些区域或萃取体系中的某些组分被选择性加热,从而使目标成分从原料中被提取到溶剂中,达到分离的目的[12]。

## 2.2. 微波辅助提取的特点

微波辅助提取技术的特点具体表现在以下几个方面[13]: ① 对提取物具有较高的选择性; ② 设备易操作,且可控性高。③ 均匀加热,提取速度快,缩短提取时间; ④ 可以提高有效成分的得率; ⑤ 溶剂消耗量少,且节能、对环境污染小; ⑥ 适用范围广,对热不稳定物质的提取也具有适用性; ⑦ 物质的含水量不影响提取的结果和效率。

## 3. 微波辅助提取技术在中药有效成分提取中的应用

### 3.1. 微波辅助提取药用植物的应用研究

药用植物是指在中医药理论指导下用于防病、治病的植物。中药以植物药居多,有“诸药以草为本”的说法,而且种类繁多,有以全草入药的如:益母草、夏枯草等;有以部分入药的(根、茎、叶、花、果实、种子等)如:人参、葶苈子、天南星、半夏、菊花、桔梗、鸡屎藤等。微波辅助提取技术在快速提取有效成分和对热不稳定的成分都较适用,因此,利用微波辅助提取技术对药用植物的提取综合效果较好。

李宋玲[14]在微波法提取沙棘总黄酮的工艺研究,在单因素试验基础上,以乙醇浓度、微波功率、提取时间、料液比为因素,选取不同水平,以沙棘总黄酮提取率为评价指标,通过正交试验筛选出最佳提取工艺。结果微波法提取沙棘总黄酮的最佳提取工艺条件:乙醇浓度 70%,微波功率 300 W,提取时间 2 min,料液为 1:20,沙棘总黄酮提取率最高可达 3.9%。微波法提取沙棘总黄酮与常规方法相比有时间短、效率高、对其活性成分破坏较少等优点。谭承生[15]在微波提取柴胡挥发油的工艺研究中,以柴胡挥发油得率为评价指标,采用单因素和正交试验法,对微波法提取柴胡挥发油的工艺条件进行优化。结果柴胡挥发油微波提取的最佳工艺条件为料液比 1:8、微波功率为中火、提取时间 30 min,此条件下提取的柴胡挥发油得率为 0.18%,且所含组分与水蒸气蒸馏法所得挥发油类似。郭振库[16]在微波辅助提取中药金银花中有效成分的研究中,利用 MSP-100D 微波制样系统,通过正交实验设计考察了微波提取的条件,溶剂选择、溶剂体积对样品质量比、高的溶剂压力/温度和微波辐射时间对中药金银花中有效成分绿原酸类化合物提取产率的影响。微波辅助提取金银花的最佳提取条件:35%乙醇作溶剂,物料比 1:30,压力 0.10 MPa,加热时间 1 min,595 W 微波功率。微波法提取不仅所需时间短,而且提取率比超声波法高近 2 倍。王月因等[17]采用单因素和正交试验研究枸杞多糖提取工艺,比较了料液比、微波功率、提取时间、提取次数等因素对提取结果的影响。结果微波提取最佳条件为微波功率料液比 1:30、微波功率 480 W、微波时间 20 min、提取 2 次,此条件下枸杞多糖提取率接近 40%,且该法提取枸杞多糖效果好于水煎煮法。此外,刘慧颖等[18]用微波辅助技术使三七茎叶总皂苷降解生成稀有人参皂苷 Rg5,以人参皂苷 Rg5 降解产率为评价指标,在单因素试验的基础上进行正交试验及响应面试验,考察微波温度、微波功率和微波时间对人参皂苷 Rg5 降解产率的影响。正交试验优化得到的最佳工艺条件为微波功率 500 W、微波温

度 150℃, 微波时间 20 min, 在此条件下得到的人参皂苷 Rg5 产率为 44.76%; 响应面法优化得到的最佳工艺条件为微波功率 540 W、微波温度 153℃和微波时间 20 min, 在此条件下得到的人参皂苷 Rg5 产率为 43.07%。

### 3.2. 微波辅助提取药用动物的应用研究

药用动物是指在中医药理论指导下用于防病、治病的动物。有以动物的整体入药的, 如: 蜈蚣、全蝎、蟾酥、斑蝥等, 也有以动物的一部分入药的, 如: 蝉蜕、紫河车、阿胶、龟甲胶等都是常用的动物性药材。对药用动物的微波辅助提取的相关研究较少, 一方面是由于动物类药材的种类较少, 对药用动物研究的实验室不多; 另一方面是由于动物类药材大多是直接使用或者经简单炮制处理后使用, 需要大规模提取其有效成分的不多。因此, 微波辅助提取技术在药用动物类药材中大多是由于样品含量测定前的提取处理。

肖垒等[19]用微波消解法预处理蝉蜕后, 用电感耦合等离子发射光谱法测定蝉蜕样品中的微量元素含量。先取除去杂质后洗净、粉碎的蝉蜕, 分别精密称取蝉蜕样品 0.2 g, 平行 3 份。将样品放入聚四氟乙烯微波消化罐中, 精密加入浓 HNO<sub>3</sub> 8.0 mL, 静置过夜。将消化罐放入微波消解仪消解, 微波消解 30 min, 即得所需样品液。王海波等[20]对龟甲胶样品进行微波消解, 之后以电感耦合等离子体光谱法检测龟甲胶中铬元素的含量。取龟甲胶 3 块, 研细。取约 0.5 g, 精密称定, 置聚四氟乙烯消解罐内, 加硝酸: 双氧水(9:1) 10 mL, 混匀, 浸泡过夜, 盖上内盖, 旋紧外盖, 置微波消解炉内, 进行消解。消解完全后, 赶去多余的硝酸, 用 2%硝酸转移至 10 mL 量瓶中, 加 2%硝酸稀释至刻度, 摇匀, 即得所需溶液。涂小云等[21]在斑蝥类药材斑蝥素含量研究概况中, 总结了目前用于提取斑蝥中斑蝥素的方法, 主要有四种: 碱水法、酸水解法、超声波提取法和热回流法。微波辅助提取尚未应用到斑蝥提取中, 但根据现有的浸提和超声波组合提取的研究, 可以考虑用微波辅助提取技术应用于斑蝥中斑蝥素的提取。

### 3.3. 微波辅助提取药用矿物的应用研究

药用矿物是指经传统加工炮制作为药材用于防病、治病的矿石。药用矿物绝大部分是来源于天然矿石, 例如: 朱砂、阳起石、磁石、石膏、滑石、芒硝等。药用矿物是结晶物质, 具有晶体的各种基本属性, 由化学元素组成, 其主要是通过机体吸收其中所含成分的化学元素而起到预防或者治疗疾病的目的。由药用矿物的种类是中药中最少的, 对其研究少之又少, 在利用微波辅助处理技术对药用矿物的研究主要是对其所含的某种元素的含量。

冯前伟等[22]采用低温干燥—三组分酸(HNO<sub>3</sub>-HCl-HF)微波消解经过前处理的某电厂脱硫石膏样品。每个平行样准确称取 0.2500 g 于聚四氟乙烯消解罐中, 用 HNO<sub>3</sub>-HCl-HF 三组分酸体系消解, 在室温下静置 30 min, 待反应平稳后将消解罐密封放入微波消解系统中。在试验中对温度、升温时间、温度保持时间进行优化, 使样品消解完全, 溶液澄清透明无混浊。待样品冷却后, 在通风橱中采用滤纸和漏斗把消解液过滤, 反复用超纯水清洗消解罐和盖子 3 次, 接着用 2%的 HNO<sub>3</sub>, 将滤液定容到 50 mL, 并将定容后的滤液倒入聚四氟乙烯试剂瓶中, 摇匀, 即得所需溶液。陈雪刚等[23]在天然药用矿物蒙脱石除铅实验的微波应用中, 对蒙脱石进行了酸溶处理和 EDTA 萃取实验, 在实验过程中分别采用了常规加热和微波加热。结果表明在 0.05 mol/L 的 Na-EDTA 溶液; 固液比 1:5; 中档微波处理 10 min 的加热处理条件下, Pb 的萃取率可高达 93.75%, 要比常规加热的酸溶液处理的 65%高很多。

## 4. 小结

本文通过对近年来微波辅助提取技术在中药成分提取中应用研究, 微波辅助提取技术在近年来作为一种新型中药提取技术, 其提取速度、提取率高且污染小等优点确实存在, 而且应用范围广, 对多种中



药材的提取均适用[24] [25]。但微波辅助提取中药的仪器各不相同,有不少直接使用家用微波炉进行提取的,一般缺少回流装置和控制手段,这在一定程度上影响了微波辅助提取的效果。因此,选用符合实验室所需的祥鹄微波化学提取仪器等对中药材进行提取符合中药现代化研究的需要。

微波提取、微波消解、微波分析和微波合成及微波材料化学等,构成了微波化学的主要研究内容,近年来微波技术在多种学科的研究应用越来越多,且取得了较好的成果[26]-[31]。我们相信,随着微波辅助技术在中药提取中的广泛应用,必将大力推动我国中医药事业的发展。

## 参考文献

- [1] 贾淑云. 微波萃取技术在中药有效成分提取中的应用[J]. 中国处方药, 2014, 36(3): 470-473.
- [2] 马密霞, 胡文祥. 微波萃取技术在中药有效成分提取中的应用[J]. 中国医药导刊, 2010, 12(9): 1583-1585.
- [3] 刘明言, 王帮臣. 用于中药提取的新技术进展[J]. 中草药, 2010, 41(2): 169-175.
- [4] Wang, S.J., Wu, Z.F., Yang, M., et al. (2014) Research status and Translational Application of New Extraction Techniques of Traditional Chinese Medicine. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 39, 1360.
- [5] 王志锋, 王青. 超临界流体萃取技术在中药提取中的应用[J]. 科技与创新, 2018(14): 13-15.
- [6] 曹洪斌, 申明金, 陈莲惠. 微波萃取在中药提取中的应用[J]. 广州化学, 2013, 38(1): 72-76.
- [7] 张宏梅, 崔佰吉. 微波萃取技术在中药有效成分提取中的应用[J]. 临床医药文献电子杂志, 2017, 4(69): 13661.
- [8] 刘兴国, 王信. 微波技术在中草药有效成分提取中的应用与发展[J]. 光明中医, 2010, 25(8): 1544-1545.
- [9] 王大元, 刘红霞. 微波技术在中药生产及研究中的应用[J]. 化工时刊, 2018, 32(6): 40-43.
- [10] 郭景强. 微波辅助提取技术及其在中药提取中的应用[J]. 天津药学, 2010, 22(4): 63-65.
- [11] 缪国平. 微波萃取技术在中药有效成分提取中的应用[J]. 临床合理用药杂志, 2014(32): 79-79.
- [12] 席彩彩, 张文芳, 侯明月, 等. 微波提取技术在中药有效成分提取中的应用[J]. 中国药业, 2014, 23(3): 94-96.
- [13] 吴龙琴, 李克. 微波萃取原理及其在中草药有效成分提取中的应用[J]. 中国药业, 2012, 21(12): 110-112.
- [14] 李宋玲. 微波法提取沙棘总黄酮的工艺研究[J]. 世界中西医结合杂志, 2012, 7(7): 572-575.
- [15] 谭承佳, 温荣伟, 马家骅, 等. 微波提取柴胡挥发油的工艺研究[J]. 中成药, 2014, 36(6): 1315-1317.
- [16] 郭振库, 金钦汉, 范国强, 等. 微波帮助提取中药金银花中有效成分的研究[J]. 中国中药杂志, 2002, 27(3): 189-192.
- [17] 王月因, 辛广, 翁霞. 两种不同方法提取枸杞多糖的比较研究[J]. 鞍山师范学院学报, 2010, 12(4): 39-43.
- [18] 刘慧颖, 王承潇, 杨野, 等. 微波辅助降解三七茎叶总皂苷生成人参皂苷 Rg5 的工艺研究[J]. 中草药, 2018, 49(14): 3245-3251.
- [19] 肖垒, 袁鑫, 汪华锋. 浙江天目山地区蝉蜕微量元素含量测定及分析[J]. 浙江中医药大学学报, 2015(5): 378-382.
- [20] 王海波, 申二永, 宋汉敏, 等. 微波消解-电感耦合等离子体光谱法测定龟甲胶中铬的含量[J]. 南京中医药大学学报, 2012, 28(4): 378-379.
- [21] 涂小云, 王光耀, 周淑娟. 斑蝥类药材斑蝥素含量研究概况[J]. 中药材, 2016, 39(1): 229-232.
- [22] 冯前伟, 张杨, 朱跃, 等. 微波消解-ICP-MS 测定脱硫石膏中的痕量元素[J]. 粉煤灰综合利用, 2015(6): 39-42.
- [23] 陈雪刚, 夏枚生, 王丽丹, 等. 天然药用矿物蒙脱石除铅实验的微波应用[J]. 矿物学报, 2008, 28(3): 285-288.
- [24] 韩谢, 吴元欣, 邵开元, 胡文祥. 微波萃取技术在天然产物提取中的应用[J]. 微波化学, 2017, 1(1): 3-7. <https://doi.org/10.12677/mc.2017.11002>
- [25] Guo, Z., Jin, Q., Fan, G., et al. (2001) Microwave-Assisted Extraction of Effective Constituents from a Chinese Herbal Medicine Radix Puerariae. *Analytica Chimica Acta*, 436, 41-47. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(01\)00900-X](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(01)00900-X)
- [26] 马密霞, 韩谢, 胡文祥. 微波消解——火焰原子吸收分光光度法测定黑茶中金属元素的含量[J]. 微波化学, 2017, 1(1): 22-27.
- [27] 马密霞, 胡文祥. 微波消解在农业化学中的应用研究进展[J]. 微波化学, 2017, 1(1): 28-33.
- [28] 马密霞, 杨博文, 赵志刚, 胡文祥. 微波消解-火焰原子吸收分光光度法测定大米中金属元素含量[J]. 微波化学, 2017, 1(1): 34-38.

- 
- [29] Han, X., Shao, K. and Hu, W. (2018) Synthesis of 9-Substituted Berberine Derivatives with Microwave Irradiation. *Chemical Research in Chinese University*, **34**, 571-577. <https://doi.org/10.1007/s40242-018-7425-6>
- [30] Rao, C.N.R., Ramakrishna Mattea, H.S.S., Voggu, R. and Govindara, A. 无机纳米粒子合成研究进展. 李博, 胡文祥, 译. 北京祥鹤网站. <http://www.xianghukeji.com/show.asp?id=185>
- [31] Baghbanzadeh, M., Carbone, L., Cozzoli, P.D. and Kappe, C.O. 微波辅助合成胶体无机纳米晶体. 马密霞, 韩谢, 胡文祥, 译. 北京祥鹤网站. <http://www.xianghukeji.com/show.asp?id=186>

**知网检索的两种方式:**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2576-1110, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [mc@hanspub.org](mailto:mc@hanspub.org)