

◇ 专论 ◇

微波提取技术在中药有效成分提取中的应用

陈曦

(安庆医药高等专科学校药理学系实验中心, 安徽 安庆 246052)

摘要:微波提取技术作为一种有效的提取方法,因其简单、方便、快速和选择性好等优点得到了广泛关注。本文在查阅相关文献的基础上,对微波提取技术的原理、特点、影响因素、提取装置及其应用于中药有效成分提取的研究概况作一综述。

关键词:微波提取技术;中药;有效成分

doi:10.3969/j.issn.1009-6469.2018.12.050

Application of microwave-assisted extraction technology in the extraction of traditional Chinese medicine

CHEN Xi

(Department of Experimental Center of Pharmacy, Anqing Medical College, Anqing, Anhui 246052, China)

Abstract: As an effective extraction method, microwave-assisted extraction, has been widely concerned for its simplicity, convenience, speed and selectivity. This article summarizes the study progress referring to some relative literature, and reviews the principles, characteristics, influence factors, extraction devices and the research on the extraction of effective components of traditional Chinese medicine by microwave-assisted extraction.

Key words: Microwave-assisted extraction; Traditional Chinese medicine; Effective components

中药有效成分多种多样,由于它们的结构各不相同,所以其对微波的吸收能力也不同。微波提取(ME)是利用微波的热效应来增加中药中有效成分的浸出,以提高中药活性成分的利用率的一种新型提取方法^[1-2],影响提取效率的因素主要是时间、功率和溶剂类型。ME技术和常用的索氏提取法和超声提取法比较,提取的效率更高、操作更加便捷,同时对环境更加友好。该技术至1986年首次用于提取棉籽中棉酚以来,迅速为各国科学技术人员重视,广泛用在药品、食品等目标化学物的提取研究领域^[3-4]。

1 ME技术的原理

微波(MW)是电磁波的一种,波长在1~0.001 m之间,频率在300 MHz~300 GHz之间^[5],同样具有波粒二象性。分子对微波吸收具有选择性,极性分子的两个偶极为了与外部电场进行频率协调,选择震荡释能,从而产生大量迅速剧烈的分子间超高速运动,摩擦碰撞产生热能。微波穿透并作用于细胞内的水等极性物质后,细胞内部温度迅速上升,水汽化将细胞涨破,使目标成分进入提取溶剂并溶解,得到分离和提取^[6]。可以知道,微波作用是一种至内而外的加热,而电热箱等则是利用热对流、

传导和交换的方式产生的一种由外而内的加热方式。了解微波的作用特点可以帮助我们更好地进行试验设计和方法开发。

微波对材料具有较强的选择性,微波不能穿透金属,但对高分子材料和陶瓷等非极性材料能轻易穿透,因此,金属可以做成屏蔽装置,防止微波泄露对人体的危害,而高分子材料和陶瓷可以制成提取容器、谐振腔内的运转机件等工作部件。微波对分子的加热作用主要有热阻小,没有加热惯性的特点,一般情况下,加热速度是常规电阻箱加热的10~100倍,其作用强度主要取决于分子极性,分子极性越强,选择性越高。此外,微波可以使蛋白质发生变化,可以杀死或者灭活微生物,也被用于灭菌装置。

2 ME技术的优点

与其他传统的中药提取技术相比,ME技术具有所需温度低、工作时间短、耗能低、提取效率高等特点,具体表现在以下几个方面。(1)高效节能。ME技术在进行中药提取时,除了仅让被加热的分子吸收产热外,基本不向外辐射热量,空气和相应的设备都不会产生热量,避免了环境的高温,形成热能损失,所以热效率的利用率极高,不同于以往

高温的提取环境,作业环境也得到了极大地改善^[7]。(2)溶剂量小。使用传统方法提取中药时,需要多次多量的浸润,一般为药材量的16~20倍,且提取后还需要进行溶媒回收及浓缩提纯,这就造成了溶剂的大量使用及较低的利用率,但ME技术能做到一次提净,且所需溶剂一般为药材量的6~8倍,用量相比传统技术减少了30%~40%,提取时间也相对缩短。同时由于微波的强穿透性,更利于中药中的有效成分进入提取溶剂,提取率也极大地得到了提高^[8,9]。(3)环保。ME提取时多采用密闭容器,很大程度上减少了有机溶剂对大气的污染,同时由于药材利用更加充分,药材使用量降低,减少了药渣和废水的排放,对环境更加友好^[8]。(4)方法可靠。ME从药材内部进行加热,目标成分吸收的能量达不到破坏分子结构所需的能量,仅可以破坏微生物结构中的氢键,可有效地保护目标物质,同时缩短了提取时间,避免样品长时间高温下的分解,特别有利于热不稳定成分的提取,安全可靠。(5)节约。由于提取效率提高了,所以原料使用量、提取能耗、人工费用等成本明显降低,一般相对降低30%~40%,生产过程中的温度、压力、流量、功率、密度等均可实现电脑控制、自动化程度高,产品纯度更好了,对企业经济效益有较大提升。

3 影响微波萃取的因素

微波萃取技术广泛应用于生产和检测领域,这里主要从方法设计与开发等科研工作的角度对主要影响因素进行阐述。主要包括萃取剂选择、微波功率控制和萃取时间确定等。有效调节微波萃取的参数,有利于样品基体分离而被更好萃取^[10]。

现从以下5个方面进行论述:(1)溶剂类型选择:在微波辅助提取中,首要考虑的就是溶剂的选择,溶剂种类对提取结果影响最大也最直接^[11]。首先选择的溶剂不能完全是非极性的,否则不能吸收微波能量,其次要求溶剂能够溶解较多量的中药有效成分或有效部位等目标物,最后还需对溶剂的沸点和残留予以考虑,一般情况下,溶剂沸点要高于萃取温度,残留物则关系到产品的纯度和质量。目前生产和研究中常用的微波辅助萃取技术的溶剂有:乙醇、水、异丙醇、甲醇、丙酮、乙酸、二氯甲烷、三氯乙酸以及正丁醇-水等;(2)萃取时间和温度的确定:一般根据样品特性,对多因素进行正交试验筛选出所需最佳条件^[12]。通常情况下,微波时间在10~15 min^[13],温度为常温条件或者在低于溶剂沸点下选择;(3)物料的含水量:物料中少量的水,可

以有效破坏中药材内部的细胞结构,使有效成分更加充分进入溶剂。对于干燥的物料,一般先进行浸润处理,溶剂充分浸润物料后,再使用微波作用于物料,物料含水量也是影响提取率的重要因素^[14];(4)微波功率控制:微波功率和持续时间直接关系提取物的稳定性和提取效率,为了避免对样品的破坏,一般选择200~1 000 W,频率2 450 MHz,辐照时间10 min左右开始进行试验选择,避免目标成分过热分解;(5)溶剂的PH值:根据目标成分特性调节溶剂的pH值可以得到一个理想的用于提取的最佳酸碱度^[14]。

4 提取的工艺过程和设备

微波萃取一般从选料开始,依次经历清洗、粉碎、浸泡、ME、分离、浓缩、干燥、粉化后,得到目标物^[15]。按照提取溶剂类型可分为静态微波萃取系统和动态微波萃取系统两类,目前多按照提取设备可分为两类,密闭式微波提取体系(PMAE)和开罐式聚焦微波提取体系(FMAE)^[16],见表1。

表1 PMAE和FMAE优缺点比较

按照提取罐分类	优点	缺点
PMAE	目标物损失少,罐压、罐温可以控制,可以同时处理多个样品,环境污染相对小	高压密闭系统对安全性要求高,罐体材料需要耐高压和腐蚀,成本较高
FMAE	常压下操作更安全,提取罐可选材料多,可与索式提取结合使用,省去了滤过或离心等分离步骤,能量利用率高,节省能源	只能进行温度控制,且一次处理的样品数少

5 在中药有效成分提取中的应用

微波萃取技术操作便捷,分析快速,效率高,及选择性强,在中药有效成分及有效部位提取方面得到广泛应用。目前,该技术已较多应用于黄酮类、多糖类、萜醌类、有机酸类、生物碱类等中药有效成分的提取研究中^[17-18]。

5.1 黄酮类成分 刘俊等^[19]对ME技术在土茯苓总黄酮提取中的应用进行了研究,选用乙醇为溶剂,讨论了时间、功率、浓度和温度等因素对土茯苓总黄酮提取率的影响,试验结果显示,该法提取率达到93.2%,比外部加热提取的方法高近20%。董庆洁等^[20]在萃取槐米中芦丁时选择微波辅助提取,试验表明较之传统煎煮法用时(一般为1.5~2 h)缩短至9 min,但是萃取率由18.51%提高至

97.98%。刘忠英等^[21]比较了索氏提取法与常压回流 ME 法对刺五加叶中的总黄酮利用度的影响,试验表明前者利用度为 $34.7 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,而后者可达 $48.2 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 远高于索氏提取法,但是提取时间前者是 8 h,后者是 14 min,优势显而易见。

5.2 多糖类成分 侯卓等^[22]采用微波辅助提取技术,对经超临界萃取后的蒙古口蘑中多糖进行提取,该法最大限度地保留了口蘑天然营养价值,且提取后无有机溶剂残留污染,提取利用率达到 31.05%,与传统方法比较,更加高效,节能,省时。章银良等^[23]在对海藻多糖处理前采用微波进行预处理,之后提取效果明显好于没有处理的对照组,同时微波能够促使海藻糖酶蛋白质变性失活,是传统方法没有的。

5.3 蒽醌类成分 该类成分结构复杂,常常不单独以游离态存在于药材中,一般用乙醇溶液或者稀碱水提取,但是加热过程会受热分解,影响提取率。卢彦芳等^[24]在 HPLC 法测定三黄片中游离蒽醌和总蒽醌时,采用 ME 技术对三黄片样品进行预处理,试验表明,此法用时短,操作简单,目标成分的提取在 5 min 内即可完成,极大缩短了制样时间,方法结果准确,重现性好。王明芝等^[25]对大黄游离蒽醌浸提方法进行研究,考查了微波功率、药材颗粒大小、时间三个因素对浸提量的影响,试验表明,较之传统提取方法微波浸提效率更高,提取时间能耗均远低于溶剂回流法。

5.4 有机酸类成分 郭振库等^[26]在绿原酸类化合物提取研究时,以金银花对研究对象,设计正交试验考察了微波萃取技术中温度、压力、溶剂、辐射时间等因素对有效成分绿原酸提取效率的影响。试验显示,微波辅助提取法用时大大缩短,同时萃取率较超声法高近 20%。樊爱萍等^[27]比较了微波法、热回流法、冷浸法提取齐墩果酸的提取效率,提取率分别为 84.8%、64.1%、61.3%,提取物经薄层法分析具有一致性,结果显示,微波法提取效率明显高于后两种方法。

5.5 生物碱类成分 张永钰等^[28]在山核桃蒲壳提取总生物碱的研究中比较了浸提法、超声法、微波法三种方法在提取总生物碱时的提取率。三种方法均为最佳条件时,浸提法提取率为 0.486 0%,超声法提取率为 0.899 3%,微波法提取率为 0.938 1%。结果显示,微波辅助提取既节省时间和溶剂,同时提取率又高。

此外,ME 技术亦应用于苷类、皂苷类、萜类和挥发油等^[29-35]中药有效成分的提取中。

6 小结

微波辅助提取技术在天然药物有效成分提取方面有省时省工效率高等诸多优点,笔者相信在中药产业现代化战略不断深入推进的关键期,该技术在中药材生产、检测等领域将得到更多更广泛的应用。

参考文献

- [1] 蔡延渠,朱盛山,李润萍. 新型提取联用技术在中药提取中的应用进展[J]. 中成药,2011,33(5):863-866.
- [2] 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
- [3] 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.
- [4] 刘芳,黄科瑞,黎远成. 微波辅助提取油茶籽油的工艺优化[J]. 中国农学通报,2012,28(3):290-294.
- [5] 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.
- [6] 麻林. 微波提取原理及其设备的应用与设计[J]. 中国制药装备,2010,12(12):42-45.
- [7] 黄茜琳,李亮星,罗俊. 微波在溶剂萃取中的应用[J]. 湿法冶金,2008,27(4):216-219.
- [8] 郭维图,孙福平. 微波技术在中药提取与干燥方面的应用[J]. 中药制药装备,2008(2):6-11.
- [9] 王成东,杨华登,季晓. 先进萃取技术及装备在中药生产中的应用[J]. 机电信息,2008,185(11):27-30.
- [10] 赵静,马晓国,黄明华. 微波辅助萃取技术及其在环境分析中的应用[J]. 中国环境监测,2008,24(6):27-32.
- [11] 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.
- [12] 于笃政,于娜娜. 微波-超声波协同萃取技术在中药有效成分提取中的研究进展[J]. 化工中间体,2011(5):5-9.
- [13] 孙夏容,王建华. 微波萃取技术[J]. 中外医疗,2009(19):172-173.
- [14] 陈亚妮,张军民. 微波萃取技术研究进展[J]. 应用化工,2010,39(2):276-279.
- [15] 麻林. 微波技术及设备在制药行业的应用[J]. 机电信息,2011(5):29-34.
- [16] 卢彦芳,张福成,安静,等. 微波辅助萃取应用研究进展[J]. 分析科学学报,2011,27(2):246-252.
- [17] 赵汉民. 微波技术在提取天然产物化学成分中的运用[J]. 化工管理,2017(11):145-147.
- [18] 王仁舒,冯静,王盼,等. 微波提取技术在提取天然产物化学成分中的应用[J]. 化工管理,2015(18):99.
- [19] 刘俊,黄少伟,张越非,等. 微波辅助提取土茯苓总黄酮[J]. 中药材,2007,30(12):1591-1595.
- [20] 董庆洁,邵仕香,葛卿,等. 微波辅助提取槐米中芦丁工艺条件的探讨[J]. 中草药,2006,37(10):1510-1511.
- [21] 刘忠英,晏国全,卜凤泉,等. 中药刺五加叶中有效成分的几种微波辅助提取方法研究[J]. 分析化学研究简报,2005,4(4):531.
- [22] 侯卓,张娜,王大力. 蒙古口蘑多糖微波提取技术的研究[J]. 食品科学,2008,29(3):252-255.