

微波技术在中药有效成分提取中的应用

★ 朱海升 胡志方 郭慧玲 (江西中医学院 南昌 330006)

关键词:微波提取;中药有效成分;综述

中图分类号:R 943 文献标识码:A

1 微波提取的原理^[1]及其特点

微波(Microwave, MW)又称超高频电磁波,是一种波长在 1~0.001 m、频率在 300 MHz~300 GHz 的电磁波。微波提取主要是利用微波具有的热特性,一方面,通过“介电损耗”,具有永久偶极的分子在 2 450 MHz 的电磁场中所能产生的共振频率高达 4.9×10^9 次/秒,使分子高速旋转,平均动能迅速增加,从而导致温度升高;另一方面,通过离子传导,离子化的物质,在超高频的电磁场中做超高速运动,因摩擦而产生热效应,热效应的强弱取决于离子的大小、电荷的多少、传导性能及溶剂的相互作用。一般来讲,具有较大介电常数的化合物如水、乙醇、乙腈等,在微波作用下会迅速被加热;而极性小的化合物如芳香族化合物、脂肪烃类化合物等,无净偶极的化合物如二氧化碳、四氯化碳等以及高度结晶的物质,对微波辐射能量的吸收较差,不易被加热。微波辐射导致细胞内的极性物质尤其是水分子吸收微波能量而产生大量的热量,使细胞内温度迅速上升,液态水气化产生的压力将细胞膜和细胞壁冲破,形成微小的孔洞。再进一步加热,细胞内部和细胞壁水分减少,细胞收缩,表面出现裂纹。孔洞和裂纹的存在使细胞外溶剂容易进入细胞内,溶解并释放细胞内的物质。微波具有很强的穿透力,可以在反应物内外部分同时均匀、迅速的加热,故提取效率较高。因此微波提取中药有效成分具有简便、快速、加热均匀等优点。但不适用于热敏性成分的提取。

2 微波提取的条件

微波提取首先要求溶剂必须有一定的极性,以利于吸收微波能,进行内部加热;其次所选溶剂对被萃取物必须具有较强的溶解能力,溶剂的沸点以及对后续测定的干扰也必须考虑。而控制萃取功率和萃取时间的主要目的是为了在选定萃取溶剂的前提下,选择最佳萃取温度,既能使所需成分保持原来的化合物形态,又能获得最大萃取效率。由于微波对不同的植物细胞或组织有不同的作用,胞内产物的释放也有一定的选择性,因此在应用时应根据产物的特性及其在细胞内所处位置的不同选择不同的处理方法。

3 微波提取技术在中药有效成分提取中的应用

3.1 微波技术用于生物碱类成分的提取 范志刚^[2]等以紫外分光光度法测定麻黄碱含量作为评价指标,采用微波技术

对麻黄中麻黄碱的浸出量进行了考察,并对药材粒径、浸出时间及微波输出功率进行 $L_9(3)^4$ 正交实验,优选了最佳微波提取工艺条件:微波输出功率为 360 W,药材粒度为 100 目,提取时间 10 分钟,与常规水煮法相比(提取 3 次,时间分别为 30 分钟、20 分钟、10 分钟),麻黄碱提取率由 $0.183\% \pm 0.034\%$ (饮片含量)提高到 $0.485\% \pm 0.003\%$ (100 目半量),两者有极显著性差异 ($P < 0.001$),提示将微波技术应用与中药材有效成分的浸出是一种省时、便捷的方法。

3.2 微波技术用于苷类成分的提取 高山红景天为珍贵药用植物,其有效成分有红景天苷(salidroside)、苷元酪醇、超氧化物歧化酶以及丰富的人体所需氨基酸和微量元素等,其中红景天苷为主要有效成分,具有类似人参的作用。王威^[3]等在用微波萃取高山红景天时采取先用微波处理经浸润后的红景天根茎,然后再加水或有机溶剂浸取得到红景天苷提取液的方法和用乙醇溶液回流法(索氏提取法)及水作溶剂的加热煎煮法作一比较,结果表明:用 70% 乙醇溶液回流法提取 2 小时从高山红景天根茎中得到的红景天苷与微波处理 1.5 分钟,水提 10 分钟的结果相当,而杂蛋白的浓度乙醇回流提取法是微波破壁法的 1.6 倍,水作溶剂的加热煎煮法最差。表明微波提取技术从高山红景天根茎中提取红景天苷具有快速、高效、节能等优点,微波技术用于生物体内耐热物质的提取具有显著的优点。

郭振库^[4]等对黄芩中黄芩苷微波提取作了研究,应用国产具有压力控制附件的 MSP-100D 专用微波制样系统,进行黄芩中有效成分黄芩苷的微波提取研究。微波提取的溶剂、加热的溶剂压力和微波辐射时间的选择用正交设计优选了最佳工艺为 70% 微波功率(最大功率 850 W)下,以 35% 乙醇作溶剂,溶剂倍量 30,压力 0.15 MPa,恒压时间 30 秒即可获得好的得率,比超声波法高近 10%。实验表明:用微波提取黄芩中的黄芩苷,不仅处理时间短,而且提取率高,平行性好。

3.3 微波技术用于蒽醌类成分的提取 郝守祝等^[5]研究了微波技术对大黄游离蒽醌浸出量的影响,并与传统方法作比较。结果表明药材粒径对大黄游离蒽醌浸出量的影响高度显著 ($P < 0.01$),功率对大黄游离蒽醌浸出量的影响显著 ($P < 0.05$),时间对大黄游离蒽醌浸出有一定的影响 ($0.05 < P$

<0.1),微波浸提法对大黄游离蒽醌的提取效率明显优于常规煎煮法,同 95% 乙醇回流提取法相当。它们的游离蒽醌含量分别是 1.90%、0.865%、1.92%。但乙醇回流法操作时间 120 分钟,而微波浸提法只需 20 分钟,且乙醇回流法步骤较微波浸提法繁琐。

王娟等^[6]研究了微波辅助萃取何首乌的提取工艺,以总蒽醌和 2,3,5,4'-四羟基二苯乙炔-2-O- β -D-葡萄糖苷(二苯乙烯苷)的含量为指标,通过均匀设计的方法,采用连续微波辐射方法进行微波萃取工艺的优化。结果表明微波功率、微波辐射时间、溶剂浓度、溶剂用量、原料浸泡时间对何首乌中有效成分的提取具有交互作用,优选出的最佳工艺条件为:微波功率 340 W,微波辐射时间 10 分钟,溶剂乙醇浓度 95%,固液比为 1:5,浸泡时间 1 小时,其指标含量与常规方法相比有显著的提高。

3.4 微波技术用于黄酮类成分的提取 微波技术在黄酮类成分的提取中应用较广。王娟等^[7]以葛根中总黄酮、葛根素含量为指标,研究微波辅助萃取葛根的提取工艺,结果表明微波功率、辐射时间、溶剂用量、原料粉碎度、原料含量等工艺参数的选择对葛根中有效成份的提取均有影响。微波辅助萃取法优于传统加热回流法,传统加热回流法所需的溶剂为微波辅助萃取法的 4 倍,加热时间为 7 倍,葛根中总黄酮的含量分别为 38.10% 和 48.66%,葛根素的含量分别为 14.60% 和 18.82%。有研究人员分别对车前草^[8]、狭叶红景天^[9]、荆芥叶^[10]以及荆芥^[11]和新疆马齿苋^[12]中的总黄酮进行了微波提取及含量测定研究,结果表明车前草总黄酮含量由文献报道的 2.8%~3.5% 提高到 3.74%;对狭叶红景天总黄酮可显著缩短提取时间,样品中总黄酮含量达到 21.1%;微波辅助提取荆芥中总黄酮提取时间由常规法的 2 小时缩短为 20 分钟,且提取液中总黄酮含量由常规法的 0.71% 提高到 1.11%;采用微波技术干燥马齿苋、提取马齿苋总黄酮可显著缩短干燥时间并提高提取效率,总黄酮含量达到 5.79%。

3.5 微波技术用于皂苷类成分的提取 张崇喜等^[13]应用微波提取法、超声波法、乙醇回流法等不同提取方法对人参总皂苷的提取工艺进行优化研究。对于微波提取法采用如下方法:称取人参须根粗粉 5.00 g,放入 150 mL 三角瓶中,分别用 50% 的乙醇 60、50、40 mL 于微波炉中低火提取 8 分钟(中火,中高火,高火易沸腾溢出三角瓶),用抽滤漏斗过滤,合并滤液,回收乙醇蒸干,用水溶解,将水溶液分成 3 份,1/3 用正丁醇萃取法纯化后进行含量测定,1/3 用大孔树脂纯化后进行含量测定,另 1/3 进行浸膏量测定。结果表明:微波法只是在提取时间方面有一定的优势,其它无论从溶剂的选用、提取的温度、最终得到的皂苷量、浸膏量和皂苷含量等方面分析都不具有太大的优势。因此微波技术在皂苷类成分的提取方面的应用有待于进一步的研究提高。

3.6 微波技术用于蒽成分的提取 郝金玉等^[14]采用微波辅助提取法提取黄花蒿中青蒿素,对各种提取溶剂进行了比较,考察了溶剂介电常数对青蒿素得率的影响。并将微波辅助提取法同索氏提取、超临界 CO_2 提取以及加热搅拌提取法

进行了比较。结果表明:无水乙醇和氯仿提取的绝大部分是杂质,不适合作为溶剂;用 6# 抽提溶剂油作抽提溶剂,微波辐射总时间为 12 分钟得到的青蒿素提取率(84.04%)最大。另外溶剂的极性对微波辅助提取有很大的影响,相同提取条件下青蒿素提取率随溶剂介电常数的增大而增大,且增大的趋势较为明显。选用相同的原料进行试验,微波辅助提取 6 分钟的提取率为 77.52%,12 分钟提取率为 92.06%;索氏提取法提取 360 分钟的提取率为 60.35%;超临界 CO_2 提取法提取 150 分钟的提取率为 30.80%。

3.7 微波技术用于挥发油的提取 鲁建江等^[15]利用微波技术从佩兰中提取挥发油,并测定其含量,测得其挥发油含量为 2.106%。结果表明运用微波技术从佩兰中提取挥发油与常规方法相比反应速度大大加快,收率提高,具有明显的优势。Craveiro^[16]直接将立比草(*Lippia sidoides*)置于微波辐射下,对微波辅助提取其挥发油进行了研究,挥发成分以冰水冷却,结果辐射 5 分钟所得的油水混合物与 1.5 小时水蒸汽蒸馏出的混合物无质量差别,时间缩短为蒸馏法的 1/18,并且不需要消耗溶剂。鲁建江^[17~19]、刘志勇^[20]、李艳^[21]、闫豫君^[22]等采用微波法对魁蒿叶、红花、藿香、孜然以及新疆党参的根茎叶和红景天根茎叶中的挥发油提取进行了研究,其提取时间均由传统方法的 5 小时减少为 15 分钟,缩短 15 倍。魁蒿叶中总挥发油由原来的 6.0 mL/kg 原料提高至 7.5 mL/kg 原料,提高 25.0%;红花中挥发油含量由 1.77% 提高到 4.20%;藿香中的挥发油含量由 2.06% 提高到 4.21%;孜然果实挥发油由 3.82% 提高到 4.87%;新疆党参根挥发油含量由 0.15% 提高到 0.42%,茎、叶挥发油含量分别为 0.30% 和 0.26%;而红景天根茎叶中的挥发油含量分别由 0.20%、0.05% 和 0.15% 提高到 0.50%、0.10% 和 0.40%。显然,微波技术有助于提高中药挥发油的提取效率。

3.8 微波技术用于有机酸的提取 郭振库等^[23]应用 MSP-100D 专用微波制样系统。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率的影响。确定了 35% 乙醇作溶剂,溶剂倍量 30,控制压力 0.10 MPa,加热时间 1 分钟,70% 微波功率(微波炉的最大功率 850 W)为微波最佳提取条件。在微波辅助提取和超声波提取方法的最佳提取条件下,微波法的提取率和重复性好于超声波。微波法提取不仅所需时间短,而且提取率比超声波法高近 20%。

3.9 微波技术用于多糖的提取 近年来陆续发现中药多糖具有多种生物活性,不仅能促进 T 细胞、B 细胞、NK 细胞等免疫细胞的功能,还能促进白介素、干扰素、肿瘤坏死因子等细胞因子的产生,是理想的免疫增强剂。中药多糖类成分的研究引起了国内外医药界的极大重视。王莉等^[24]应用微波技术用水提醇沉法制备和测定板蓝根多糖,取得了较为满意的结果。板蓝根多糖提取率由原来的 0.81% 提高到 3.47%,反应时间缩短了 12 倍。可见,微波提取板蓝根多糖成分效果显著。陈韩英等^[25]用微波法提取,硫酸-苯酚法测

定熟地中多糖的含量。结果表明熟地多糖含量为 9.27%。证明用微波法提取熟地中的多糖,具有时间短、提取效率高的优点,比传统的加热回流法测得的含量提高了 1 倍多。

4 微波技术用于中药有效成分提取研究的评价及存在问题

研究结果表明,微波对不同的植物细胞或组织有不同的作用,细胞内产物的释放也有一定的选择性。因此应根据产物的特性及其在细胞内所处的位置的不同,选择不同的处理方式。微波提取仅适用于对热稳定的产物,如生物碱、黄酮、苷类等,而对于热敏感的物质如蛋白质、多肽等,微波加热能导致这些成分的变性,甚至失活。由微波加热原理可知,微波提取要求被处理的物料具有良好的吸水性,否则细胞难以吸收足够的微波能将自身击破,使其内容物难以释放出来。微波提取对有效成分含量提高的报道较多,但对有效成分的药理作用和药物疗效有无影响,尚需作进一步的研究。微波提取技术在中药中的应用,大多在实验室中进行。微波提取技术的工程放大问题已受到重视,目前上海中药工程中心已建成一套连续式微波提取装置。

综上所述,微波对于中药的提取精制,药物制剂的制备和生产将具有重要的应用价值和广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 韩丽. 实用中药制剂新技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002. 148
- [2] 范志刚. 微波技术对麻黄中麻黄碱浸出量的影响[J]. 中成药, 2000, 22(7): 520~521
- [3] 王威. 高山红景天苷提取新工艺[J]. 中草药, 1999, 30(11): 524
- [4] 郭振库, 金钦汉, 范国强, 等. 黄芩中黄芩苷微波提取的实验研究[J]. 中草药, 2001, 32(11): 985
- [5] 郝守祝, 张虹, 刘丽, 等. 微波技术在大黄游离蒽醌浸提中的应用[J]. 中草药, 2002, 33(1): 23~26
- [6] 王娟, 沈平娘, 沈永嘉. 均匀设计优选微波辅助萃取何首乌中有效成分的研究[J]. 中草药, 2003, 34(4): 314~317
- [7] 王娟, 沈平娘, 沈永嘉, 等. 微波辅助萃取葛根中有效成分的研究[J]. 中国药科大学学报, 2002, 33(5): 379~382
- [8] 鲁建江, 王莉, 刘志勇, 等. 车前草中总黄酮的微波提取及含量测定[J]. 中医药学报, 2002, 30(1): 34
- [9] 孙萍, 李艳, 顾承志, 等. 狭叶红景天总黄酮的微波提取及含量测定[J]. 时珍国医国药, 2002, 13(1): 5
- [10] 王鲁石, 刘志勇, 王莉, 等. 荆芥叶中总黄酮的微波提取及含量测定[J]. 农垦医学, 2002, 24(1): 12
- [11] 刘志勇, 王莉, 鲁建江, 等. 荆芥中总黄酮的微波提取及含量测定[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20(3): 243
- [12] 王莉, 顾承志, 刘志勇, 等. 新疆马齿苋中总黄酮的微波提取及含量测定[J]. 山西中医, 2002, 18(1): 50
- [13] 张崇喜, 郑友兰, 张春红, 等. 不同方法提取人参总苷工艺的优化研究[J]. 人参研究, 2003(4): 5~8
- [14] 郝金玉, 韩伟, 施超欧, 等. 黄花蒿中青蒿素的微波辅助提取[J]. 中国医药工业杂志, 2002, 33(8): 385~387
- [15] 鲁建江, 王莉. 佩兰中挥发油的微波提取法[J]. 时珍国医国药, 2001, 12(9): 771
- [16] Craveiro AA, Matos FJA, Alenca JW, et al. Microwave oven extraction of an essential oil[J]. Flavour and Fragrance Journal, 1989(4): 43
- [17] 鲁建江, 王莉, 成玉怀, 等. 微波提取魁蒿叶中的总挥发油[J]. 药物生物技术, 2001, 8: 221
- [18] 鲁建江, 王莉, 陈宏伟. 微波提取红花中的挥发油[J]. 新疆中医药, 2002, 20(3): 13
- [19] 鲁建江, 王莉, 陈宏伟, 等. 微波提取藿香中的挥发油[J]. 中医药信息, 2001, 18(5): 40
- [20] 刘志勇, 崔林, 鲁建江. 微波提取新疆孜然果实中的挥发油[J]. 时珍国医国药, 2002, 13(1): 3~4
- [21] 李艳, 鲁建江, 王莉, 等. 微波提取新疆党参根茎叶中的挥发油[J]. 药学实践, 2001, 19(3): 190
- [22] 闫豫君, 鲁建江, 成玉怀. 微波提取红景天根茎叶挥发油的工艺研究[J]. 河南中医药学刊, 2002, 20(1): 123
- [23] 郭振库, 范国强. 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
- [24] 王莉. 微波技术在板蓝根多糖提取及含量测定中的应用[J]. 中药材, 2001, 24(3): 180~181
- [25] 陈韩英. 熟地多糖的微波提取和含量测定[J]. 时珍国医国药, 2004, 15(8): 488~489

(收稿日期: 2005-05-16)

新专栏征稿

《江西中医学院学报》(双月刊)已全面改版, 以下重点栏目面向全国征稿:

● **理论研究** 对中医重大理论问题进行专题论述。讨论专题有: 中医水理论研究、火理论研究、体质学说研究、梦理论研究、病证理论研究。

● **百家争鸣** 旨在打破中医学学术界的沉闷局面, 对中医药事业发展的重大问题展开讨论争鸣。争鸣要求坚持良好的学术道德, 敢说真话, 敢亮观点。争鸣的主要内容有: 中医教育反思、中医科研走向、中医发展前景、中西医结合前景、新时期中医的生存模式等。

● **中医文化研究** 主要反映中医与古代哲学、古代社会政治经济、人文地理等文化形态的研究成果以及五运六气研究、生命学说研究的最新动态。

● **道教医学研究** 包括道教医药文献研究、道教医药人物研究、道教医药史研究、道教医学理论研究、道教医学方药研究、道教医学养生研究等, 要求观点正确, 不违背国家宗教政策。

欢迎广大作者踊跃投稿。