

Application of Microwave Assisted Extraction in Natural Product

Xie Han^{1,2}, Yuanxin Wu¹, Kaiyuan Shao², Wenxiang Hu^{1,2,3*}

¹School of Chemical Engineering and Pharmacy, Wuhan Institute of Technology, Wuhan Hubei

²Xianghu Microwave Chemistry Union Laboratory in North China, Beijing Excalibur Space Military Academy of Medical Sciences, Beijing

³Space Systems Division, Strategic Support Troops, Chinese People's Liberation Army, Beijing

Email: *huwx66@163.com

Received: Jul. 17th, 2017; accepted: Aug. 2nd, 2017; published: Aug. 10th, 2017

Abstract

In this paper, the application of microwave assisted extraction in natural product in recent years has been reviewed and compared with the traditional extraction method. The natural products involved including flavonoids, alkaloids, polysaccharides, organic acids, volatile oils, polyphenols and pigment.

Keywords

Microwave Assisted Extraction, Natural Product, Active Ingredients

微波萃取技术在天然产物提取中的应用

韩 谢^{1,2}, 吴元欣¹, 邵开元², 胡文祥^{1,2,3*}

¹武汉工程大学化工与制药学院, 湖北 武汉

²北京神剑天军医学科学院华北祥鹤微波化学联合实验室, 北京

³中国人民解放军战略支援部队航天系统部, 北京

Email: *huwx66@163.com

收稿日期: 2017年7月17日; 录用日期: 2017年8月2日; 发布日期: 2017年8月10日

摘 要

本文对近些年来微波萃取技术在天然产物有效成分提取中的应用进行了综述, 比较了其与传统浸提法的
*通讯作者。

区别, 所涉及的天然产物包括黄酮、生物碱、多糖、有机酸、挥发油、多酚和色素等。

关键词

微波萃取, 天然产物, 有效成分

Copyright © 2017 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. 引言

微波萃取技术(microwave assisted extraction, MAE)是一种利用微波辐射从被提取物中获得目标成分的技术方法, 由 1986 年 Glanzler [1]首次提出, 最开始只是应用于使种子、土壤、饲料中各种类型化合物得到分离, 由于其具有试剂用量少, 节能无污染, 加热均匀且加热效率高, 萃取效率高等优点, 目前微波萃取已经开始频繁应用于天然药物提取、环境分析、化学分析以及石油化工等领域。其主要原理是采用频率在 300 兆赫至 300 千兆赫的电磁波穿透萃取介质到达物料内部, 使植物细胞内部温度急剧上升, 使其内部压力超过其承受压力导致细胞破裂, 目标成分从细胞内流出, 溶解于萃取介质, 从而达到萃取目的。

目前, 微波萃取用于天然产物成分提取的报道已不断出现, 涉及到黄酮类、生物碱、多糖、有机酸、挥发油、多酚及色素等生物活性成分。

2. 微波萃取的应用

1) 黄酮类

黄酮类物质广泛存在于自然界的植物和浆果中, 可以改善血液循环, 降低胆固醇, 也是一种很强的抗氧化剂, 可以有效的清除体内的氧自由基, 从而阻止细胞衰老退化。因此黄酮类有效成分的提取一直在天然产物提取中占据重要领地。朱沛沛等[2]采用乙醇为提取剂, 通过正交试验得到最佳提取工艺: 颗粒度 60 目、乙醇体积分数 60%、微波功率 300 W、时间 150 s、料液比 40:1 (mL/g)、温度 50℃, 在此条件下总黄酮提取率为 17.2077%, 相比采用常规醇提法所需要的 2 小时[3]时间上有了大幅度的缩短。刘峙嵘等[4]通过微波法提取银杏叶黄酮类化合物与传统乙醇水溶液提取效果进行对照, 微波辐射 5 min 后抽提 1.5 h 即可使产率提升 2.2 倍, 大大提高了提取率。韩伟等[5]采用表面活性剂协同微波法提取布渣叶中总黄酮, 结果与传统热回流法相比, 提取时间由 30 min 缩短为 2.5 min, 总黄酮得率提高了 26%, 此方法工艺简单提取效率高, 是一种较为理想的提取工艺。张玉香等[6]采用响应面分析法优化蓝莓叶黄酮的微波提取工艺, 得出最佳工艺条件: 提取温度 72℃, 乙醇体积分数 64%, 微波功率 456 W, 此时提取率为 4.232%, 并确定提取液乙醇体积分数、温度和微波功率为黄酮提取率关键因素, 且乙醇体积分数为影响最大因素。郑成等[7]利用微波辅助大规模提取藤茶中二氢杨梅素, 相比常规热提法、浸泡提取法以及超临界萃取法等方法, 其设备简单、适用范围广且效率高, 是一类具有良好发展前景的萃取分离方法。

2) 生物碱类

生物碱类是一类含氮的复杂结构有机化合物, 是中草药中重要的有效成分之一, 具有非常广泛的医用价值。赵二瑾等[8]利用微波法对黄连中黄连素进行提取研究, 得出最优条件为: 时间 4 分钟, 硫酸浓度 0.06 M, 辐射功率为中火, 料液比 1:80 (g/mL), 此时提取率为 45.9%, 相比传统石灰乳法、索氏提取

法、有机溶剂法等提高约 35% 左右, 且提取时间短, 后处理简单。施帅等[9]采用相应面法优化微波辅助提取芋头生物碱工艺, 确定了最佳工艺为功率 350 W、时间 2 h、料液比 1:15 (g/mL)、温度 60℃, 为芋头生物碱的进一步分离纯化及药用研究提供了很大的科学参考。何龙等[10]分别采用浸渍法、微波法、浸渍与微波法联用考察了茶叶中生物碱的提取效果, 结果证明浸渍与微波辐射联用法效果最好, 所提取生物碱中的咖啡碱具有增强大脑皮质兴奋程度、令人愉悦、减少疲劳等生理功能。

3) 多糖类

多糖类在自然界分布广泛, 是一类分子结构复杂的糖类物质, 是构成生命的四大基本物质之一。刘丹赤等[11]采用微波辅助提取双孢菇多糖, 通过单因素实验和正交实验得到其最佳工艺条件, 提取率可达到 4.11%, 并得出提取时间对提取率影响最大, 而微波强度影响最小的结论。朱盛林等[12]采用相应曲面法优化微波提取附子多糖的工艺, 以提取时间、提取温度以及料液比三个因素进行 Box-Benheken 中心组合设计, 在提取时间为 10 min 时即可达到最佳产率, 大大高于传统煎煮法所能达到的提取率。分析原因认为, 由于附子多糖是一种水溶性化合物, 传统法会导致多糖部分水解, 降低其产率, 而微波萃取法不仅产率高, 工艺复杂性降低, 消耗时间也大大减少, 这为未来附子多糖生物利用以及产业化奠定了理论基础。宋海燕等[13]采用超声波-微波协同萃取北五味子多糖, 用正交试验优化工艺, 结果表明: 在温度 80℃, 时间 80 min, 功率 600 W, 料液比 1:40 (g/mL) 时可以达到最大提取率 11.68%, 与传统回流法相比, 此工艺充分利用了超声波振动的空化作用和微波的高能作用, 萃取时间短, 能耗低且产率高, 证明超声波-微波协同对于北五味子多糖萃取有一定作用。GJ Swamy 等[14]分别采用连续和间歇的微波辅助提取技术从香蕉果皮中提取果胶, 结果表明采用不同方法下的最高产率有所差异。江燕等[15]在提取灵芝孢子粉中多糖时将微波与常规方法结合, 先采用微波软化孢子粉, 破坏其坚硬的孢子壁, 再使用常规方法提取其多糖有效成分。

4) 有机酸类

有机酸类主要分布于中草药(例如乌梅、五味子、覆盆子等)的叶、根以及果实之中。郭锦棠等[16]研究不同方法提取甘草酸的最佳工艺, 发现微波提取 8 min 可以达到普通索氏提取法 3 h 的效果, 速率有了大大提升, 证明微波对于有机酸的萃取有明显作用。张应鹏等[17]采用响应曲面法优化微波提取甘草酸工艺研究, 与传统数理统计法相比, 响应曲面法更加经济、试验次数更少、时间更短, 最优条件为: 时间 130 s, 功率 400 W, 料液比 1:14 (g/mL), 此时提取率可以达到 5.36%, 为未来甘草酸的生物利用以及经济价值提供了理论基础。

5) 挥发油类

挥发油又称精油, 是存在于植物中的一类具有芳香气味的挥发性油状物质的总称, 其组分比较复杂, 从中草药中提取的挥发油大多具有发汗、理气、止痛、抑菌、矫味等作用。鲁建江等[18]首次采用微波萃取佩兰中挥发油成分, 与常规回流方法条件相同下置于微波反应器中, 反应 20 min 后即可超过常规方法 5 h 所达到的最大收率, 反应速度大大提升, 收率明显增高, 从而证明微波对于挥发油成分萃取有一定促进作用。邹小兵等[19]将单向阀应用于微波提取中, 配合真空泵使用, 保证提取时系统内无氧环境, 使挥发油避免被氧化, 结果证明在无氧条件下所提取的挥发油中烯类物质含量高于普通微波提取方法, 含氧化合物含量为 45.53%, 低于普通微波萃取法 62.38%, 从而证明此优化方法在保证提取速率的条件下对提取品质有了一定的提高, 为将来生物利用化和大规模工业化提供了良好的理论指导。商学兵等[20]将超声波与微波结合使用萃取白薏豆挥发油, 采用响应面法以料液比、微波时间和微波功率因素建立数学模型, 得到最佳工艺条件: 料液比 9.9 mL/g、微波提取时间 154 s、微波提取功率 286 W, 此时提取得率 2.67%, 与理论值 2.61% 基本一致。

6) 多酚类

植物多酚(Plant Polyphenol)是一类广泛存在于植物体内的多元酚化合物,在维管植物中的含量仅次于纤维素、半纤维素和木质素,广泛存在于植物的皮、根、叶、果中,目前发现多酚的抗氧化作用可以对于一些例如心血管病、癌症等慢性病具有一定的预防作用。李志洲等[21]采用微波萃取提子皮中多酚类物质,用正交试验分析其结果发现料液比对提取率影响最大,其次是提取时间,微波功率对于实验影响最小,最佳提取条件为:料液比 1:7.5 (g/mL),微波功率 500 W,提取温度 50℃,提取时间 6 min,在此最佳条件下,提取率可达到 0.8214 GAEmg/g,此实验证明微波对于植物多酚的提取有一定应用价值。武启骞等[22]将超声波与微波结合使用,原料加入酸化后提取剂,首先置入超声波提取 10~120 min,分离出产物再置于微波下辐射 1~3 min,得到最终产物。此方法与原先传统回流法相比,增大了植物多酚的提取率,溶剂用量更少,且优化了提取液配方,通过结合超声波与微波创造了一种新的提取植物多酚的方法。

7) 色素类

天然色素是一类从动物和植物组织以及微生物中提取的色素,其中植物性着色剂占大多数。天然色素不仅具有给食品着色的作用,而且相当部分具有生理活性,例如来源于葡萄皮中花青素可以降低心脏病风险,来源于接骨木果中花青素可以抵抗流感病毒,类胡萝卜素则是一种人类必需摄入营养。姚中铭等[23]对栀子黄色素提取工艺进行了研究,比较改进后的传统浸提工艺与微波法工艺发现:在微波功率 210 W 时,提取 80 s 后产率即可达到 98.2%,高于常规浸提法 2 h 所达到的产率 92.1%。相比常规法耗时多,效率低,品质低,操作复杂的诸多缺点和不便,微波法具有色素产率高、色价高、节省溶剂、节省时间、设备简单等优点,在天然色素的提取中具有广阔的应用前景。黎彧等[24]采用表面活性剂协同微波提取紫背天葵色素,在微波功率 464 W 时,提取 200 s 产率即可达到 94.8%,远高于传统溶剂浸提法产率。作者在萃取剂中加入一定浓度表面活性剂,可降低固-液相界面张力,增加大分子有机物质的溶解渗透能力,在提取过程中,可提高浸润时间,提高产率。

3. 结语

与传统浸提法相比,微波萃取具有提取时间短、提取率高、消耗溶剂少且安全等优点,使用微波萃取时常常需要考虑影响其提取率的一些因素:① 微波功率和微波萃取时间,② 提取液种类以及料液比,③ 提取温度,④ 物料含水量,⑤ 物料粒度,⑥ 溶剂 pH 等[25]。目前微波技术对于大多数天然产物的萃取都有一定促进作用,但也存在一些不足:微波很难应用于某些热稳定性差的物质,例如蛋白质、多肽、酶等;某些含水量多的天然产物可能在微波下更容易水解;需要开发更多微波搭配现代检测技术仪器。同时,随着采用不同方法优化其萃取工艺,组合超声波或其他技术联合使用,加入额外表面活性剂等方法的研究进展,微波萃取将作为一种绿色工艺在天然产物的医用、食用、化妆品、环境检测等领域中发挥更大作用。

参考文献 (References)

- [1] Ganzler, K., Salgo, A. and Valkó, K. (1986) Microwave Extraction: A Novel Sample Preparation Method for Chromatography. *Journal of Chromatography A*, **371**, 299-306.
- [2] 朱沛沛, 梁晶, 李宁宁, 等. 微波提取桂花总黄酮工艺优化[J]. 江西饲料, 2012(2): 21-24.
- [3] 靳熙茜, 汪海波. 桂花总黄酮提取及其体外抗氧化性能研究[J]. 粮食与油脂, 2009(11): 42-45.
- [4] 刘峙嵘, 俞自由, 方裕勋, 等. 微波萃取银杏叶黄酮类化合物[J]. 东华理工学院学报, 2005, 28(2): 151-154.
- [5] 韩伟, 马婉婉, 骆开荣, 等. 表面活性剂协同微波提取布渣叶总黄酮[J]. 南京工业大学学报(自然科学版), 2012, 34(2): 91-94.
- [6] 张玉香, 屈慧鹤, 杨润亚, 等. 响应面法优化蓝莓叶黄酮的微波提取工艺[J]. 食品科学, 2010, 31(16): 33-37.

- [7] 郑成, 兰国勇. 微波辅助法大规模提取藤茶中的二氢杨梅素[J]. 广州化工, 2007, 35(1): 1-4.
- [8] 赵二瑾, 卞霏, 苗春萌, 等. 关于微波法提取黄连中黄连素的研究[J]. 山东化工, 2013, 42(8): 11-14.
- [9] 施帅, 张焕新, 李志方, 等. 响应面法优化微波辅助提取芋头生物碱工艺[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(22): 36-39.
- [10] 何龙, 李红, 李招, 等. 茶叶中生物碱的提取及抑菌作用的探究[J]. 山东化工, 2016, 45(9): 6-8.
- [11] 刘丹赤, 程璐, 张明, 等. 微波辅助提取双孢菇多糖的工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(4): 60-62.
- [12] 朱盛林, 郑玲利, 袁明勇, 等. 响应曲面法优化附子多糖的微波提取工艺[J]. 中国医药导报, 2015(16): 48-51.
- [13] 宋海燕, 程振玉, 马朝红, 等. 正交试验优化超声波-微波协同法萃取北五味子多糖工艺研究[J]. 吉林化工学院学报, 2015, 32(6): 12-16.
- [14] Swamy, G. and Muthukumarappan, K. (2017) Optimization of Continuous and Intermittent Microwave Extraction of Pectin from Banana Peels. *Food Chemistry*, **220**, 108-114.
- [15] 江艳, 王浩, 吕龙, 等. 灵芝孢子粉多糖 Lzps-1 的化学研究及其总多糖的抗肿瘤活性[J]. 药学学报, 2005, 40(4): 347-350.
- [16] 郭锦棠, 杨俊红, 李雄勇, 等. 微波与索氏提取甘草酸的正交实验研究[J]. 中国药学杂志, 2002, 37(12): 919-922.
- [17] 张应鹏, 杨云裳, 杜玉龙, 等. 响应曲面法优化微波提取甘草酸的工艺研究[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(8): 1959-1961.
- [18] 鲁建江, 王莉, 陈宏伟, 等. 佩兰中挥发油的微波提取法[J]. 时珍国医国药, 2001, 12(9): 774.
- [19] 邹小兵, 李瑾, 马斌, 等. 一种新的无氧微波辅助方法提取中药挥发油[J]. 中国中药杂志, 2011(17): 2329-2333.
- [20] 商学兵, 李超. 超声波协同微波提取白豆蔻挥发油的工艺研究[J]. 农业机械, 2011(4): 64-67.
- [21] 李志洲. 提子皮中多酚类物质的微波提取及抗氧化性研究[J]. 中成药, 2009, 31(12): 1939-1942.
- [22] 四川农业大学. 一种植物中多酚类物质的提取方法[P]. 中国, CN201210349880. 2012-12-26.
- [23] 姚中铭, 吕晓玲, 褚树成, 等. 栀子黄色素提取工艺的研究——微波提取法与传统浸提法的比较[J]. 天津轻工业学院学报, 2001(4): 20-23.
- [24] 黎戔. 表面活性剂协同微波提取紫背天葵色素的研究[J]. 分析测试学报, 2005, 24(4): 95-97.
- [25] 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.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: mc@hanspub.org