

文章编号:1004-1478(2011)05-0096-04

# 超声波萃取技术 在烟草成分分离中的应用研究综述

郭青<sup>1,2</sup>, 林文强<sup>2</sup>, 牟定荣<sup>2</sup>, 毛多斌<sup>1</sup>

(1. 郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002;  
2. 红塔烟草(集团)有限责任公司 技术中心, 云南 玉溪 653100)

**摘要:**综述了超声波萃取技术在烟草成分分离中的应用研究情况. 超声波萃取技术具有的快速、价廉、安全、高效等特点, 已广泛应用于烟草成分中烟碱、茄尼醇、绿原酸、酚类物质、类胡萝卜素等有机成分及矿物元素、微量元素、农药残留的分离. 烟草样品的浸泡时间、超声波强度、超声波频率、提取时间等, 对超声波萃取技术提取烟草成分均有重要影响, 但对其影响程度目前还不很清楚, 尚有待今后深入研究.

**关键词:**超声波萃取; 烟草; 成分分离

**中图分类号:**TS411      **文献标志码:**A

## Research review of the application of ultrasonic extraction in tobacco component separation

GUO Qing<sup>1,2</sup>, LIN Wen-qiang<sup>2</sup>, MOU Ding-rong<sup>2</sup>, MAO Duo-bin<sup>1</sup>

(1. College of Food and Bioeng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China;  
2. R&D Center, Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Yuxi 653100, China)

**Abstract:** The application research statuses of ultrasound extraction (UE) in tobacco component separation were summarized. The advantages of UE were rapidity, inexpensiveness, safety and high efficiency, it was extensively used to component separation such as nicotine, solanesol, chlorogenic acid, phenols, carotenoid, trace elements and pesticide residue. The future research may focus on soaking time, ultrasonic power, ultrasonic frequency for extraction tobacco component separation because UE have an important impact on tobacco component separation.

**Key words:** ultrasonic extraction; tobacco; component separation

## 0 引言

超声波萃取 (ultrasound extraction, UE) 技术亦

称为超声波辅助提取技术, 是 20 世纪发展起来的一种新兴的、多学科交叉的高新技术, 在天然产物提取中显示了巨大的优势, 因而引起了国内外相关

收稿日期: 2010-10-22

作者简介: 郭青(1973—), 女, 云南省玉溪市人, 郑州轻工业学院硕士研究生, 主要研究方向为烟草化学分析及检验.

通信作者: 毛多斌(1962—), 男, 河南省南阳市人, 郑州轻工业学院教授, 博士, 主要研究方向为烟草化学与香精香料.

领域的广泛关注<sup>[1]</sup>. 超声波萃取技术利用超声波产生的强烈振动、空化效应、扩散作用等,促使有效成分的提取<sup>[2]</sup>,与常规的萃取技术相比,具有快速、价廉、安全、高效等特点. 本文拟在阐述超声波萃取的原理、特点的基础上,综述其在烟草成分分离中的应用现状,为该领域的深入研究提供参考.

## 1 超声波萃取技术的原理及特点

超声波可以在液-液、液-固两相,多相体系,表面体系以及膜界面体系产生一系列的物理化学作用. 这些作用能提供更多活性中心,可促进两相传质之间维持浓度梯度,促进反应. 超声波的空化效应、热效应和机械传质效应是超声技术在提取应用中的3大理论依据<sup>[3-4]</sup>.

超声波萃取技术的特点主要表现为:1)同常规萃取方法相比,超声波萃取技术萃取效率高、萃取时间短;2)超声波萃取不容易受使用溶剂的限制,允许添加共萃取剂,以进一步增大液相的极性,提高萃取效率;3)与超临界CO<sub>2</sub>萃取和超高压萃取相比,超声波萃取设备简单,萃取成本低;4)大多数情况下超声波萃取操作步骤少,萃取过程简单,不易对萃取物造成污染,萃取温度较低,适合热敏目标成分的萃取.

## 2 超声波萃取技术在烟草成分分离中的应用

### 2.1 在烟碱提取中的应用

烟草中的烟碱成分在农业和医药上均具有很高的使用价值,利用超声波萃取技术可以有效地提取烟草中的烟碱成分. 在这方面的应用研究中,研究者主要考察了提取剂浓度、固液比、提取时间、超声温度等因素对烟碱成分提取效率的影响. 丛秀芝<sup>[5]</sup>用40%的甲醇作提取剂,固液比为1:20,提取时间为30 min,超声温度为150℃,烟碱的提取率能达到7%左右. 储志兵等<sup>[6]</sup>采用0.4%的NaOH作提取剂,固液比为1:40,常温超声提取时间4 h,其烟碱提取率为2.12%. 梁柏林等<sup>[7]</sup>采用78%的乙醇作提取剂,固液比为1:5,提取时间30 min,超声温度52℃,烟碱提取量为23.1 mg/mL. 艾心灵等<sup>[8]</sup>采用pH=4的95%乙醇作溶剂,固液比1:15,超声温度80℃提取2次,每次45 min,烟碱提取率可达到

95.42%,对比分析显示,其提取效果明显优于加热回流提取(后者仅为84.79%).

### 2.2 在茄尼醇、绿原酸提取中的应用

烟草中所含的茄尼醇除本身具有抗菌、消炎、治疗心血管疾病及抗溃疡等药用价值外,还可用于合成维生素K<sub>2</sub>、辅酶Q<sub>10</sub>(治疗心脏病的药物)及抗癌增效剂SDB等的医药中间体. 绿原酸具有抗菌、消炎、解毒、利胆、降压、升高白细胞及显著增加胃肠蠕动和促进胃液分泌等药理作用,对大肠杆菌、金色葡萄球菌、肺炎球菌和病毒有较强的抑制作用.

赵春建等<sup>[9]</sup>利用80%的乙醇作提取剂,在提取时间为20 min,固液比为1:10条件下提取废次烟叶中的茄尼醇成分,提取率达0.577%,而回流提取和索氏提取法对茄尼醇的提取率仅分别为0.405%和0.542%. 艾心灵等<sup>[8]</sup>以pH=4的95%乙醇作溶剂,固液比1:15,80℃提取2次,每次45 min,绿原酸和茄尼醇的提取率分别为93.65%和82.35%,而热回流法提取这2种成分的提取率仅为85.56%和73.54%. 由对比分析可以发现,超声波法提取烟草中绿原酸和茄尼醇的效果明显优于加热回流提取法和索氏提取法.

童保云等<sup>[10]</sup>研究得出从烟草中超声提取绿原酸的最佳工艺条件为:以pH=4的50%乙醇溶液为提取剂,固液比为1:15,在60℃条件下超声提取40目烟叶30 min. 陈育如等<sup>[11]</sup>采用50%的甲醇溶液作提取剂,在50℃超声提取的条件下效果最好,得到烟草废料中的绿原酸质量浓度为2.55 mg/mL.

### 2.3 在酚类物质提取中的应用

陈开波等<sup>[12]</sup>利用石油醚作萃取剂,40℃超声提取60 min,离心分离后取上清液进样GC分析得到B<sub>2</sub>F, C<sub>3</sub>F, X<sub>2</sub>F这3种烟叶样品超声波法 $\alpha$ -生育酚的提取率分别为0.92 mg/g, 1.11 mg/g和0.82 mg/g,而对比分析索氏提取率仅为0.81 mg/g, 0.89 mg/g和0.62 mg/g. 李雪梅等<sup>[13]</sup>利用超声波在以丙酮和水(1:2)作为浸提剂,料液比1:9,温度50℃,反应时间为5 min,超声功率为70 W的条件下,得到烟草废料浸提液中多酚的浓度为4.31 mg/mL. Xiang Gang等<sup>[14]</sup>比较了3种方法(基质固相分散萃取 MSPD,固相超声波提取 USE-SPE,回流萃取 REFLUX)提取烟草中多酚类物质的效率. 结果表明,固相超声波提取可获得较高的重复性和回收

率,并且检测限较好。

#### 2.4 在烟草其他有机成分提取中的应用

赵铭钦等<sup>[15]</sup>以石油醚-丙酮(1:1)混合溶剂作提取剂,在超声功率100 W,提取温度30℃,提取时间30 min,料液比40 g/L条件下采用超声波法提取烟叶中类胡萝卜素,此时提取液吸光度可达0.782。吴玉萍等<sup>[16]</sup>以去离子水作提取剂,超声波30 min,采用离子色谱法测定,结果葡萄糖、果糖和蔗糖的回收率为91.2%~103.3%,相对标准偏差为1.12%~2.62%。Ivana T. Stanisavijevic等<sup>[17]</sup>采用超声波提取烟草种子油,研究了不同萃取温度和不同溶剂对萃取效果的影响。结果表明,当正己烷作萃取剂和超声波温度为25℃时,在较短时间内,烟草种子可以获得较高的出油率。Li Fujuan等<sup>[18]</sup>采用超声波辅助萃取和回流萃取2种方式对比前处理,以正己烷作萃取剂,料液比1:20,室温超声萃取30 min,然后经衍生化后测定烟草中的萜萜亭和咖啡酸成分含量分别为0.062 mg/g和0.55 mg/g,这与80℃回流萃取2 h的测定结果相近。可以看出,超声波辅助萃取更为简便有效。

卢斌斌等<sup>[19]</sup>以蒸馏水为提取溶剂,料液比为1:10,超声波提取60 min后取上层清液,滤膜过滤后进行高效液相色谱分析,测定烟草及烟草制品中的脱氧果糖嗪含量,结果RSD<5%,回收率大于91%。赖伟玲<sup>[20]</sup>利用超声波对烟末进行超声萃取60 min处理后,再经AccQ-2A氨基酸衍生化试剂衍生化后利用反向高效液相色谱法测定,得出制丝加工过程中A,B这2个不同牌号的16种游离氨基酸总量有所增加,幅度分别达到31.5%和22.1%。

#### 2.5 在矿物元素及微量元素提取中的应用

由于采用灰化法和消化法等传统方法来对烟草中的微量元素、矿物元素及重金属检测进行前处理,不但耗费时间长、试剂用量大、步骤繁琐、污染环境,并且耗能多,处理过程中被测成分容易挥发,致使回收率降低<sup>[21]</sup>。超声波技术的引入,可以开辟一种新的前处理方法。

吴玉萍等<sup>[22]</sup>采用1 mol/L盐酸超声波浸提40 min,并采用ICP-AES法测定了烟草中的K, Ca, Mg, B, P, Mn, Zn等7种元素的含量。其中, B, Mg, Zn的测定值与消化法测定值和烟草标准值吻合。但P, Mn较差,可能是因为这2种成分在烟草中以较为稳

定的有机态形式存在,所以不易完全被萃取。B. B. Jolanta等<sup>[2]</sup>报道了超声波浸提时添加适当的表面活性剂,可使标准烟样中的P, Mn回收率明显提高。孙贤军等<sup>[23]</sup>采用1 mol/L的盐酸溶液50 mL振摇10 min,超声波50℃浸提40 min,采用火焰原子吸收光谱法测定国家烟草标准样品GB W08514和GB W08515中Ca, Mg的含量,结果与标准值相符;检测了9个2003年度湖南烟叶中的Ca, Mg含量,回收率分别为99.4%~103.8%和98.5%~104.1%。与干法、湿法处理样品进行对比,超声波-酸浸法处理可获得较高的回收率。

#### 2.6 在农药残留提取中的应用

在烟草农药残留提取方面的研究中,刘莹雯<sup>[24]</sup>将超声波提取前处理与其他方法进行了对比分析:采用乙腈作萃取剂,超声波提取30 min,离心后取上清液,采用LC-MS/MS测定烟草中有机磷农药含量,然后将超声波提取法与经摇床振荡90 min提取、先摇床振荡90 min后浸渍12 h提取、浸渍12 h提取3种方法进行对比分析,结果表明,超声提取法提取率为82.53%,而其他3种方法的提取率分别为60.76%, 81.79%和62.99%,超声波提取法的优势更明显。

石杰等<sup>[25]</sup>采用与刘莹雯<sup>[24]</sup>相同的超声波前处理方法,检测了烟草中克百威和抗蚜威这2种氨基甲酸酯类农药的残留量。结果表明,克百威和抗蚜威的平均加标回收率为96.05%~104.0%,相对标准偏差为2.8%~5.7%。石杰等<sup>[26]</sup>利用超声波提取、固相萃取柱净化和GC-ECD检测对烟草中拟除虫菊酯类农药及氟节胺残留进行研究,以环己烷为萃取剂,超声波萃取30 min,经去水和离心后取上清液进样分析,结果得出8种拟除虫菊酯类农药及氟节胺在0.1 μg/g, 0.5 μg/g和1.0 μg/g这3个加标水平的回收率为86%~111%,相对标准偏差为0.2%~0.4%。

### 3 结论

综上所述,超声波萃取技术已广泛用于烟草成分分离的各个领域。与传统的前处理方法相比,超声波萃取技术凸显出独特的优点,它能提高有效成分的溶出速度和溶出次数,缩短提取时间,节省溶剂的消耗,且提取率较高。目前,对超声波萃取分离

烟草成分来说,对烟草样品的浸泡时间、超声波强度、超声波频率及提取时间等重要因素还有待深入研究.随着基础理论研究和应用研究的不断深入,超声萃取技术在烟草有效成分的提取分离及烟草其他相关方面必将广泛应用,并在该领域发挥更大的作用.

#### 参考文献:

- [1] 罗登林,丘秦球,卢群.超声波技术及应用(Ⅲ)——超声波在分离技术方面的应用[J].日用化学工业,2006,36(1):46.
- [2] Jolanta B B, Urszula J, Wieslaw Z, et al. Effect of surfactant addition on ultrasonic leaching of trace elements from plant samples in inductively coupled plasma-atomic emissions spectrometry[J]. Spectrochim Acta Part B, 2004, 59(4):585.
- [3] Suslick K S, Hammerton D A, Cline R E. The son chemical hot spot[J]. J Am Chem Soc, 1986, 108:5641.
- [4] 郭孝武.超声技术在中草药成分提取中的应用[J].中草药,1993,24(10):548.
- [5] 丛秀枝.烟草中尼古丁成分研究[D].沈阳:辽宁师范大学,2005.
- [6] 储志兵,周新光,水恒福,等.超声提取-高效液相色谱法测定烟草中烟碱含量[J].化学与生物工程,2006,23(12):59.
- [7] 梁柏林,张娜.低次烟叶超声波提取烟碱工艺及数学模拟[J].安徽农业科学,2007,35(21):6457.
- [8] 艾心灵,王洪新,朱松.烟草中绿原酸、烟碱和茄尼醇的超声波辅助提取[J].烟草科技,2007(4):45.
- [9] 赵春建,李春英,付玉杰,等.废次烟叶中茄尼醇的超声提取及 HPLC 分析测定[J].应用化学,2005,22(11):1265.
- [10] 童保云,马文.超声波提取烟草中绿原酸的工艺研究[J].安徽化工,2009,35(5):18.
- [11] 陈育如,唐刚,刘虎,等.烟草废料中绿原酸的提取工艺研究[J].生物加工过程,2009,7(6):55.
- [12] 陈开波,田振峰,陈闯,等.烟草中 $\alpha$ -生育酚的毛细管气相色谱测定[J].烟草科技,2005(8):21.
- [13] 李雪梅,陈育如,骆跃军,等.烟草废料中多酚类物质的浸提条件研究[J].高校化学工程学报,2006,20(2):315.
- [14] Xiang Gang, Yang Liu, Zhang Xia, et al. A comparison of three methods of extraction for the determination of polyphenols and organic acids in tobacco by UPLC-MS-MS[J]. Chromatographia, 2009, 70:1007.
- [15] 赵铭钦,刘金霞,李元实,等.超声波法提取烟叶中类胡萝卜素条件的优化[J].郑州轻工业学院学报:自然科学版,2008,23(4):13.
- [16] 吴玉萍,陈萍,李应金,等.超声波提取-离子色谱法测定烟草中葡萄糖、果糖和蔗糖[J].分析实验室,2008,27:138.
- [17] Stanisavijevic Ivana T, Lazic M L, Veljkovic V B, et al. Ultrasonic extraction of oil from tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) seeds[J]. Ultrasonics Sonochemistry, 2007, 14(5):646.
- [18] Li Fujuan, Liu Qian, Cai Wensheng, et al. Analysis of scopoletin and caffeic acid in tobacco by GC-MS after a rapid derivatization procedure [J]. Chromatographia, 2009, 69:743.
- [19] 卢斌斌,李鹏,谢剑平,等.烟草及烟草制品中脱氧果糖含量分析[J].香料香精化妆品,2009(3):5.
- [20] 赖伟玲.烟草制丝过程中游离氨基酸的变化研究[J].龙岩学院学报,2009,27(2):87.
- [21] 石杰,李力,胡清源,等.烟草中微量元素和重金属检测进展[J].烟草科技,2006(2):40.
- [22] 吴玉萍,李天飞,李琼珍,等.超声波提取、ICP-AES 法测定烟草中矿物元素[J].光谱实验室,2002,19(4):508.
- [23] 孙贤军,吴名剑,冷海兰,等.超声波-酸浸-火焰原子吸收光谱法测定烟叶中微量钙和镁[J].光谱实验室,2005,22(3):491.
- [24] 刘莹莹.烟草中农药残留 LC-MS/MS 分析方法的研究和开发[D].长沙:湖南师范大学,2006.
- [25] 石杰,龚炜,刘惠民,等.烟草中克百威和抗蚜威残留量测定[J].分析实验室,2008,27(4):22.
- [26] 石杰,杨静,吴家镨,等.超声波提取-固相萃取净化-气相色谱法分析烟草中拟除虫菊酯类农药及氟节胺残留[J].分析试验室,2010,29(4):22.