

各因素对超声辅助提取茶多酚的影响综述

伍璇, 张媛, 刘玉德*, 石学智

(北京工商大学材料与机械工程学院, 北京 100048)

摘要:综述了超声辅助提取茶多酚的影响因素,通过归纳总结超声辅助提取茶多酚过程中,不同茶叶、溶剂、料液比、温度、时间、功率、频率、提取级数对茶多酚提取率的影响,结果表明:茶叶发酵时间越短、粒度越细、溶剂pH越小、超声频数越多、提取级数越大,提取率越高并最终趋于平稳,而提取率随着料液比、温度、提取时间、超声功率的增大呈现先上升后下降的趋势。

关键词:茶多酚,提取率,超声辅助,影响因素

Influence factors of ultrasonic-assisted extraction process of tea polyphenols

WU Xuan, ZHANG Yuan, LIU Yu-de*, SHI Xue-zhi

(School of Material and Mechanical Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)

Abstract: Influence factors on ultrasonic-assisted extraction process of tea polyphenols were studied. During the process of ultrasonic-assisted extraction, the change rule could be found in different tea, solvent, solid-liquid ratio, temperature, time, power, frequency and extract series. Results showed that extraction rate would be higher and leveled off in the end if the size of tea, fermentation time and pH value became smaller, frequency and extract series became greater. And the extraction rate first increased and then decreased with the solid-liquid ratio, temperature, time and power augmenting.

Key words: tea polyphenols; extraction rate; ultrasonic-assisted; influence factors

中图分类号: TS202.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2013)24-0401-03

茶多酚, 又称茶鞣质或茶单宁, 是茶叶中多酚类物质的总称, 包括黄烷醇类、花色苷类、黄酮类、黄酮醇类和酚酸类等^[1]。茶多酚具有很强的抗氧化性和生理活性, 是人体自由基的清除剂, 具有延缓衰老、抑制心血管疾病、预防和辅助治疗癌症、美容护肤等优点, 在油脂、食品、医药、化妆品、饮料等行业具有广泛的应用前景^[2-4]。

近年来茶多酚的提取和应用受到国内外广泛关注^[5]。目前应用较多的是溶剂萃取法和离子沉淀法。但是沉淀法中的沉淀剂价格较贵、毒性强, 达不到食品和医药工业标准, 限制了产品的应用。故国内外的研究报道多着重于溶剂萃取法, 但该法的缺点在于高温使产品色泽加深, 且提取率较低^[6-7]。作为一种高效安全的提取技术, 近年来超声辅助提取在植物资源研究中有较多的应用。超声辅助提取茶多酚具有工艺简单、提取温度低、回收率高、氧化损耗小、节

时、节能、提取率高等优点, 同时避免了有毒溶剂的使用, 具有良好的工业推广价值^[8-9]。为此, 本文主要对超声辅助提取茶多酚过程中, 几个重要的影响因素作了综述。在提取茶多酚时, 找到不同因素随提取率的变化规律, 对提取工艺中参数的设定具有重要意义。

1 超声辅助提取工艺

1.1 辅助提取原理

超声辅助提取茶多酚是对提取过程进行超声波强化处理, 利用超声波的机械破碎和空化作用, 加剧分子运动, 使植物细胞组织更易破碎, 释放出胞内物, 从而加速茶多酚从茶叶中向溶剂扩散的速度, 缩短浸提时间, 增加其提取率^[10-12]。

1.2 工艺流程

工艺过程为: 茶叶—粉碎—超声波处理—提取液—萃取—粗品茶多酚—纯化—精制茶多酚^[13-15]。

2 超声提取茶多酚的影响因素

2.1 原料与粒度

根据制造方法不同, 茶叶可分为绿茶、黄茶、白茶、青茶、红茶和黑茶六大类。绿茶为不发酵茶(发酵度为零); 其他五种均为发酵茶, 且发酵度依次增加^[16]。

收稿日期: 2013-08-25 * 通讯联系人

作者简介: 伍璇(1991-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品加工技术与食品机械。

基金项目: 北京市教委科研计划面上项目(KM20111001008); “十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAD23B02)。

根据不同茶叶初制过程中发酵程度的不同,得出绿茶、黄茶、黑茶、青茶、白茶、红茶的茶多酚(儿茶素)保留量依次减少,也就是茶多酚氧化程度逐次增大^[17]。绿茶初制要经过杀青、揉捻、干燥。杀青是用高温破坏鲜叶中酶的活性,抑制儿茶素的酶促氧化,所以绿茶茶多酚的保留量最大,氧化程度最低,防止了茶叶变红,保证了绿色^[18-19]。

不同产地,不同品质的茶叶原料其茶多酚提取率是不等的,即便同一产地的茶叶,品质不同,提取率也不同。但并非档次越高提取率越高,这正是以粗老茶、修剪茶制备茶多酚的经济效益所在^[20]。因此,从经济合理、降低成本的角度考虑,可以使用茶叶下脚料如茶叶末、茶叶灰或陈年茶叶。

茶叶粒度的大小对茶多酚提取效果影响也较大。茶叶粒度越细,其内部植物细胞的破碎程度就越高,就越有利于其在溶剂中的溶出;但粒度过细会引起茶多酚氧化加快,且粒度越细,茶叶末的加工越困难,加工成本越高。大量试验表明,过40目的茶叶末浸提效果更好^[21-23]。

2.2 溶剂及pH的选择

茶多酚具有极强的极性,可溶解于水、乙醇、甲醇、丙酮、乙酸乙酯等极性溶剂,不溶于乙醚、石油醚、氯仿等非极性溶剂。并且乙醇的极性强于水,因此茶多酚在乙醇中的溶解度高于水及其它溶剂。实验研究表明,在相同条件下,(含水)乙醇作溶剂时,茶多酚的提取率较高,溶剂为乙酸乙酯、水、甲醇、丙酮时,提取率依次降低,但乙酸乙酯初提物中茶多酚的含量最高,(含水)乙醇次之,水、甲醇、丙酮粗提物中茶多酚纯度较低^[24-26]。因此,工业生产时可以根据不同的需求选用不同的溶剂。

茶多酚在偏酸性环境下能较好的保持稳定,在碱性条件下会有明显氧化。研究发现,pH ≤ 4.5 时,茶多酚氧化率随时间的变化不明显;4.5<pH<7.0时,氧化率随时间的变化较为缓慢,但已有明显氧化;当pH ≥ 7.0 ,尤其在强碱性介质中,随时间的延长,氧化十分严重^[27-28]。

2.3 料液比

茶多酚的溶出量随着料液比的加大而增大,但是,料液比增加到一定程度后,茶多酚溶解于溶剂中接近饱和,茶多酚溶出量增长变得缓慢,因此随着料液比的增加,茶多酚提取率先增加后减少^[29-30]。料液比太小,混合物浓度大,萃取时易发生乳化现象,且液体粘度大,空化较难发生;料液比太大对提取后溶剂的回收不利。工业生产时,在保证一定提取率基础并从经济技术角度考虑,溶剂用量越少越好,这样可降低成本,减少提取液体积,减轻后序工作。

2.4 温度

在低温区随着温度升高茶多酚提取率会增加,但温度高过一定值后,提取率反而会降低^[31]。因为茶多酚是一种多羟基酚类物质^[32],热稳定性不好,高温下加热时间一长易被氧化,导致一部分茶多酚丢失,另外,随着温度的升高,超声波的空化效应可能减弱,提取率反而会降低。

2.5 提取时间

超声提取初期,茶叶细胞内有效成分含量呈现过饱和状态,浓度为提取温度下茶多酚的饱和浓度。随着提取的进行,茶叶细胞内的茶多酚含量逐渐向非饱和状态过渡,而溶剂中茶多酚含量却逐渐增大。提取后期,茶叶细胞内茶多酚浓度与提取介质中茶多酚的浓度达到动态平衡。此外随着提取时间延长,茶多酚可能被空气中的氧所氧化,或是高温条件造成部分氧化,因此,提取率略有下降^[33]。

超声提取能在短时间内把茶叶中大部分的茶多酚提取出来,这是由于超声波所具有的机械粉碎和空化效应等作用,增大了物质分子运动频率和速度,增加了溶剂的穿透力,提高有效成分溶出速度和溶出数量,从而大大缩短了茶多酚的提取时间^[34]。

2.6 超声功率与频率

随着超声波功率的增大,茶多酚得率也随之增大,在达到较好的提取效果后继续增大超声功率,提取率逐渐下降^[35]。这主要是因为超声功率增大,超声作用增强,使空化泡的运动比较剧烈;但是随着超声功率进一步增大,加速了提取液的流动,从而物料停留在超声场中的时间减少,破壁作用随之减弱,茶多酚溶出速率减小,再加上功率越大产生的热效应越强,可能破坏茶多酚的结构,使得有效的茶多酚含量减少。

由于超声空化的阈值随频率升高而增大,低频超声更接近空化阈值,也就更易发生空化。这是因为随着频率升高会导致声波膨胀相时间变短,空化核来不及增长到可产效应的空化泡,即使有空化泡形成,声波的压缩相时间太短,空化泡可能来不及发生崩溃。因此,高频超声提取效率低于低频超声,所以单频超声提取时应尽量使用低频。

另外,现在研究得较多的是多频超声提取来代替当前的单频超声提取技术。多频超声是利用两束及以上超声同时在溶液中传播,具有协同作用,在单位时间里,多频超声产生的空化崩溃次数多于单频超声,可以增加溶液中空化泡的数量,充分发挥了不同频率超声波的特点,消除了驻场波,使声场更加均匀,提取效果更佳^[36-37]。试验研究表明,从茶多酚的溶出角度考虑,低频超声有利;从扩散角度考虑,高频超声有利^[38]。因此,多频超声提取茶多酚在浓度、提取率和提取速率三个方面都优于单频超声提取。

2.7 提取级数

提取次数越多,茶多酚的溶出量就越多。但是有机溶剂的用量增加也就使处理量加大,成本上升。同时大量研究发现,经过二次超声辐射后茶多酚的提取率可达到90%左右,三级提取后茶多酚的提取率已变化不大^[39]。

3 结论

超声波能提高茶多酚提取率的主要原因是通过超声波的空化作用,加速茶多酚从茶叶向溶剂扩散速率。从上述分析中可以得到,茶叶原料与粒度、溶剂的选择与pH、料液比、温度、时间、功率、频率、提取级数都对超声辅助提取茶多酚产生影响。茶叶发酵

时间越短,粒度越细,溶剂pH越小,超声频数越多,提取级数越大,茶多酚的提取率就越高。而提取率随着料液比、温度、提取时间、超声功率的增大呈现先上升后下降的趋势。另外,研究发现,采用多频超声提取时,超声换能器间的相对位置对提取效果有影响,正交辐射比相向平行辐射效果好,这是今后深化研究的方向。

参考文献

- [1] 姜佳星,阮林浩,刘焱,等.茶叶中茶多酚的特性及在食品中的应用[J].茶叶通讯,2013,40(1):10-13.
- [2] 张晓梦,倪艳,李先荣.茶多酚的药理作用研究进展[J].药物评价研究,2013,36(2):157-160.
- [3] 邓志汇.液氮提取茶鲜叶的茶多酚及其降血脂研究[D].广州:华南理工大学,2012.
- [4] 钱红飞.茶多酚在蚕丝染色中的应用与抗紫外线性能[J].纺织学报,2012,33(2):68-72.
- [5] J Gupta, Y H Siddique, T Beg, *et al.* A review on the beneficial effects of tea polyphenols on human health[J]. International Journal of Pharmacology, 2008, 4(6):314.
- [6] 付勇,李万林,张哲,等.茶多酚提取方法的研究进展[J].饮料工业,2013,16(5):15-16.
- [7] 阮雪莲.离子沉淀法、溶剂萃取法提取茶多酚的比较研究[J].蚕桑茶叶通讯,2010(1):30-31.
- [8] 宋传奎,肖斌,王艳丽,等.超声波辅助提取茶多酚工艺条件的优化[J].西北农林科技大学学报,2011,39(5):133-139.
- [9] 蒋丽,王雪梅,全学军,等.不同提取方法对茶多酚理化性质的影响[J].食品科学,2010,31(14):136-139.
- [10] Ezzohra N, Valerie T, Hakima E H, *et al.* Microwave-assisted water extraction of green tea polyphenols[J]. Phyto-chem Anal, 2009, 209(9):120-123.
- [11] Jianrui Lv, Rongliang Xue, Jing Zhao, *et al.* An optimal dose of tea polyphenols protects against global cerebral ischemia/reperfusion injury[J]. Neural Regeneration Research, 2013, 8(9):783-787.
- [12] 陶阿丽,孙维矿,杨光,等.茶多酚的提取及应用研究进展[J].现代企业教育,2011(2):147-149.
- [13] 王璎珞,李雪蕊,王昕,等.茶多酚提取工艺的方法讨论[J].农业机械,2012(8):148-151.
- [14] 付婧,岳田利,袁亚宏,等.真空耦合超声提取茶多酚的工艺研究[J].西北农林科技大学学报,2013,41(3):172-177.
- [15] Hassan Sereshti, Soheila Samadi, Mehdi Jalali-Heravi. Determination of volatile components of green, black, oolong and white tea by optimized ultrasound-assisted extraction-dispersive liquid-liquid microextraction coupled with gas chromatography[J]. Journal of Chromatography A, 2013, 1280(6):1-8.
- [16] 邢国凯,张玮,王甜甜,等.茶叶主要组分与发酵度联系的研究[J].河北大学学报,2013,33(1):26-28.
- [17] Fang Yu, Jianchun Sheng, Juan Xu, *et al.* Antioxidant activities of crude tea polyphenols, polysaccharides and proteins of selenium-enriched tea and regular green tea[J]. European Food Research and Technology, 2007, 225(6):843-848.
- [18] Baruch Narotzki, Abraham Z Reznick, Dror Aizenbud, *et al.* Green tea: A promising natural product in oral health[J]. Archives of Oral Biology, 2012, 57(6):429-435.
- [19] 张天英,支春翔,张浩,等.茶叶发酵过程中多酚变化规律及抗氧化性研究[J].湖北农业科学,2011,50(15):3146-3147.
- [20] 张银仓.废茶叶综合利用工业化生产工艺研究[D].西安:西北大学,2011.
- [21] 施郁荫,刘宝林.茶叶原料对速溶茶粉茶多酚含量的影响[J].广东农业科学,2013,39(2):90-92.
- [22] 黄少漫,冯婉莹,李洪燕.不同制茶工艺与时间对茶叶中茶多酚含量影响的研究[J].饮料工业,2013(3):26-27.
- [23] 袁海波,邓余良,陈根生.不同杀青工艺原料茶加工饮料品质稳定性的研究[J].茶叶科学,2012,32(3):236-240.
- [24] Xin Zhang, Fei Xu, Yuan Gao, *et al.* Optimising the extraction of tea polyphenols-epigallocatechin gallate and theanine from summer green tea by using response surface methodology[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2012, 47(6):2151-2157.
- [25] Vijay S Thakur, Karishma Gupta, Sanjay Gupta. The Chemopreventive and Chemotherapeutic Potentials of Tea Polyphenols[J]. Current Pharmaceutical Biotechnology, 2012, 13(1):679-680.
- [26] Jianhui Ye, Fangyuan Fan, Xinqing Xu, *et al.* Interactions of black and green tea polyphenols with whole milk[J]. Food Research International, 2013, 53(1):449-455.
- [27] R Jayabalan, S Marimuthu, K Swaminathan. Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation[J]. Food Chemistry, 2006, 102(1):392-398.
- [28] Di-Cai Li, Jian-Guo Jiang. Optimization of the microwave-assisted extraction conditions of tea polyphenols from green tea[J]. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2010, 61(8):837-845.
- [29] 赵敏,唐美华,张之翼,等.茶多酚的加速溶剂萃取与分析[J].南京工业大学学报,2012,34(4):123-124.
- [30] 李忠岐,刘小乔,高静.茶多酚提取预处理工艺[J].陕西师范大学学报,2012,40(4):61-64.
- [31] 朱德文,岳鹏翔,袁弟顺,等.超声波辅助浸提茶鲜叶中茶多酚的工艺研究[J].中国农机化,2011(1):112-115.
- [32] 卢聪聪.茶多酚的化学改性和脂溶性茶多酚分离分析[D].上海:上海交通大学,2008.
- [33] 吕远平,姚开,何强,等.树脂法纯化茶多酚的研究[J].中国油脂,2003(10):64-66.
- [34] 王昕,廖克俭.铁观音绿茶茶多酚提取工艺研究[J].当代化工,2012,41(9):916-918.
- [35] 林硕.超声-微波协同逆流提取的工艺及设备研究[D].合肥:安徽农业大学,2009.
- [36] 曹雁平,刘佐才,徐小丽,等.红茶氨基酸、茶多酚、咖啡因的低强度多频超声浸取特性[J].精细化工,2006,23(11):1078-1080.
- [37] 陈维楚.超声协同静电场强化提取过程机理研究[D].广州:华南理工大学,2012.
- [38] S Mostafa Siadatmousavi, F Jose, G W Stone. On the importance of high frequency tail in third generation wave models[J]. Coastal Engineering, 2011, 60(10):248-260.
- [39] 王芳,董乐,林雯.蓬蘽叶中茶多酚的微波提取[J].广东农业科学,2009(11):120-123.