

# 青杆针叶多酚超声提取工艺的优化

郑 涛, 苏 锐, 赵 韵 美, 高 智 辉, 樊 金 拴

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**以青杆针叶为试材,以乙醇为提取剂,采用超声提取法,通过正交实验研究优化了青杆针叶总多酚的最佳提取工艺。结果表明:影响青杆针叶中总多酚提取的因素大小依次为:料液比>超声功率>超声温度>超声时间,最优的提取工艺是料液比 1:60 g/mL,超声功率为 350 W,超声温度为 45℃,超声时间 35 min,在此条件下,多酚提取率为 34.72%。

**关键词:**青杆针叶;多酚;提取工艺;正交实验

**中图分类号:**S 791.18 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0138-03

青杆(*Picea wilsonii*)属松科云杉属针叶树种,又名刺儿松、魏氏云杉、细叶云杉,分布于内蒙古、河北、山西、陕西等省<sup>[1]</sup>。松科植物含有的多酚类化合物统称为松多酚,具有抗氧化、降糖脂等功效,在食品、医药等方面具有广阔的开发前景<sup>[2-3]</sup>。目前对青杆中松多酚研究较少,该试验在单因素试验基础上采用正交实验法从青杆针叶中提取多酚类物质,以期确定最佳工艺条件,为其进一步开发利用提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

供试青杆针叶采自西北农林科技大学苗圃,清洗沥干后 35℃下烘至恒重,粉碎待用。

无水乙醇、石油醚、无水碳酸钠等均为分析纯。

UV-3100 紫外-可见分光光度计(上海美谱达仪器有限公司);XMTD 电热恒温水浴锅(北京科伟试验仪器设备厂);分析天平(SHIMADZU AVY 220)。

### 1.2 试验方法

1.2.1 青杆针叶多酚的超声提取 称取青杆干粉 0.5 g,以超声时间 45 min,超声温度 40℃,超声功率 250 W,料液比 1:40 g/mL,乙醇提取液体积分数 40%为单因素固定条件,超声提取后抽滤并定容至 50 mL 容量瓶。

1.2.2 单因素试验 选定超声温度(30、35、40、45、50、55℃)、超声时间(25、35、45、55、65、75 min)、超声功率(100、150、200、250、300、350 W)、液料比(1:20、1:30、1:40、1:50、1:60、1:70 g/mL)、乙醇体积分数(20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%)5 个因素做单因素试

验<sup>[6-8]</sup>,考察各因素对多酚提取率的影响。

1.2.3 正交实验 根据单因素试验结果,选取 40%乙醇为固定因素,选用  $L_9(3^4)$  表进行正交实验,选取超声时间(35、45、55 min)、超声温度(40、45、50℃)、料液比(1:50、1:60、1:70 g/mL)、超声功率(250、300、350 W)4 个因素 3 个水平进行正交实验,正交实验因素与水平见表 1。

表 1 正交实验因素与水平

水平	因素			
	A 料液比/g·mL <sup>-1</sup>	B 超声温度/℃	C 超声功率/W	D 超声时间/min
1	1:50	40	250	35
2	1:60	45	300	45
3	1:70	50	350	55

### 1.3 项目测定

采用福林-酚法<sup>[4-5]</sup>测定多酚含量。取提取液 0.25 mL 于 25 mL 容量瓶中,依次加入 0.5 mL Folin-Ciocalteu 显色剂及 1 mol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2.5 mL 溶液。定容后于 30℃避光水浴 1 h 后离心,并在波长 765 nm 处测定吸光度,以没食子酸为标准品,绘制标准曲线,得回归方程  $y = 114.81x + 0.0152$ ,  $R^2 = 0.9992$ ,求出多酚浓度(mg/mL)。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素试验结果

2.1.1 乙醇体积分数对多酚提取率的影响 从图 1 可以看出,当乙醇体积分数达 40%时,多酚提取率达到最大。乙醇体积分数为 40%~60%时对试验结果的影响有限,故在后续试验中从成本等因素考虑,选取体积分数为 40%的乙醇为固定因素。

2.1.2 超声功率对多酚提取率的影响 由图 2 可知,随超声功率增加多酚提取率提高,当超声功率为 300 W 时总多酚提取率达到最大值。

2.1.3 超声温度对多酚提取率的影响 从图 3 可以看

**第一作者简介:**郑涛(1989-),男,硕士研究生,研究方向为植物资源利用。E-mail:zhenghaust@163.com.

**责任作者:**樊金拴(1958-),男,教授,博士生导师,研究方向为植物资源利用。E-mail:fanjinshuan@163.com.

**收稿日期:**2013-06-24

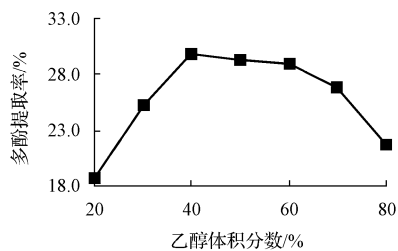


图1 乙醇体积分数对多酚提取率的影响

Fig. 1 Effect of ethanol content on polyphenols extraction rate

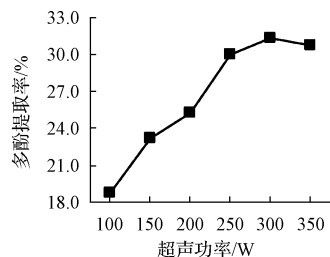


图2 超声功率对多酚提取率的影响

Fig. 2 Effect of ultrasonic power on polyphenols extraction rate  
出,最佳超声温度为 45℃。在温度低于 45℃时,多酚提取率随着超声温度的上升而升高,当超声温度高于 45℃后,多酚的提取率反而随着超声温度的升高而下降,这可能是因为酚类在较高的超声温度下易发生氧化,导致提取率下降。

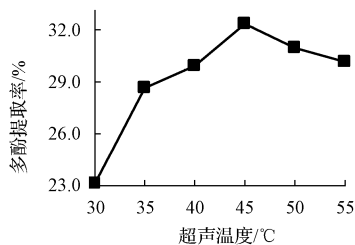


图3 超声温度对多酚提取率的影响

Fig. 3 Effect of temperature on polyphenols extraction rate

2.1.4 超声时间对多酚提取率的影响 从图4可以看出,超声时间为 35 min 时,多酚提取率远远高于超声时间 25 min 的处理。但超声时间超过 35 min 后,随着超声时间的延长,多酚提取率反而逐渐降低。

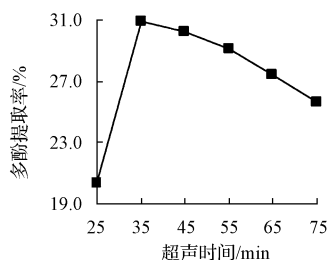


图4 超声时间对多酚提取率的影响

Fig. 4 Effect of time on polyphenols extraction rate

2.1.5 料液比对多酚提取率的影响 从图5可以看出,随着料液比的增加,多酚提取率逐渐增加。当料液比达到 1:70 g/mL 时,多酚提取率达到最大值。

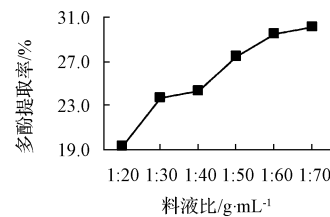


图5 料液比对多酚提取率的影响

Fig. 5 Effect of solid-liquid ratio on polyphenols extraction rate

## 2.2 正交实验结果

由表2可以看出,青杆针叶中多酚提取的影响因素主次为:料液比(A)>超声功率(C)>超声温度(B)>超声时间(D)。最佳提取工艺组合为 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>3</sub>D<sub>1</sub>,即料液比 1:60 g/mL,功率为 350 W,超声温度为 40℃,超声时间 35 min,可该组合不在试验组,故进行验证试验。

表2 正交实验结果

试验号	因素				多酚提取率 / %
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	28.11
2	1	2	2	2	29.17
3	1	3	3	3	30.22
4	2	1	2	3	33.71
5	2	2	3	1	34.72
6	2	3	1	2	31.71
7	3	1	3	2	33.81
8	3	2	1	3	29.52
9	3	3	2	1	32.33
K <sub>1</sub>	87.50	95.63	89.34	95.16	
K <sub>2</sub>	100.14	93.41	95.21	94.69	
K <sub>3</sub>	95.66	94.26	98.75	93.45	
k <sub>1</sub>	29.168	31.877	29.780	31.720	
k <sub>2</sub>	33.380	31.137	31.737	31.563	
k <sub>3</sub>	31.887	31.420	32.917	31.150	
R	3.7948	0.6665	2.8251	0.5134	

## 2.3 平行试验

对组合 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>D<sub>1</sub> 进行 3 次平行试验,由表3可知,在此条件下多酚提取率为 34.7 mg/g。

表3 平行验证试验

	1	2	3	平均值
多酚得率/%	34.68	35.13	34.52	34.78

## 3 讨论与结论

青杆针叶中含有丰富的多酚类物质,其提取率受预处理、提取方法<sup>[9]</sup>等因素的影响。该试验主要是利用青杆针叶提取多酚并对其超声提取工艺进行优化,对提高青杆资源的利用具有一定的现实意义。采用正交实验优化青杆针叶多酚的提取工艺,得到最佳工艺条件为料液比 1:60 g/mL、超声功率 350 W、超声温度 45℃、

# 甜玉米决明子复合饮料的工艺研究

姜晓坤, 于佳男

(吉林农业科技学院 食品工程学院酿造技术研究中心, 吉林 吉林 132101)

**摘要:**以甜玉米和决明子为主要原料,通过单因素试验,确定了甜玉米提取液和决明子提取液的最佳配比,同时对稳定剂进行了筛选;利用正交试验方法对复合饮料的加工工艺进行了初步探讨。结果表明:甜玉米、决明子复合汁的最佳配比是8:2;使用黄原胶+CMC-Na(1:1)复合稳定剂时,饮料离心分离率最高,静置分层率最低,效果最好;饮料的最佳配方为:玉米决明子复合汁25%、蔗糖8%、柠檬酸0.2%、复合稳定剂0.3%。

**关键词:**甜玉米;决明子;复合饮料

**中图分类号:**TS 275.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0140-03

甜玉米又称“水果玉米”,营养丰富,且具有甜、嫩、黏、香等特点,我国甜玉米种植面积已达 $20 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。其糖分(占胚乳的12%~20%)是普通玉米的215倍<sup>[1]</sup>,其次是蛋白质和游离氨基酸,蛋白质含量比普通玉米高

3%~4%,必需氨基酸比例比较平衡,淀粉含量较少,籽粒中含不饱和脂肪酸、丰富的维生素E、维生素B<sub>1</sub>、维生素B<sub>2</sub>、维生素C、胡萝卜素和多种矿质元素、植物纤维素、黄体素等。其中,不饱和脂肪酸具有降低血液中的胆固醇、防治冠心病和软化血管的作用,充足的钙可以防止骨质疏松和降血压,天然维生素E则可以延缓衰老、防止皮肤病变、减轻动脉粥样硬化和大脑功能衰退,胡萝卜素被人体吸收后,具有防癌作用,植物纤维素可与体内的胆汁酸结合而排出体外,减少胆固醇的合成,黄体素、玉米黄质有助于延缓眼睛老化。常食甜玉米,

**第一作者简介:**姜晓坤(1976-),女,硕士,实验师,现主要从事食品加工工艺等研究工作。E-mail:jxk76@126.com。

**基金项目:**吉林农业科技学院吉林省科技厅酿造技术科技创新中心资助项目(编号吉农院合字[2012]第716号)。

**收稿日期:**2013-10-22

超声时间35 min,此条件下青杆针叶多酚实际提取率最高,达34.72%。青杆叶中含有丰富的多酚类物质,其得率受预处理、提取方法<sup>[9]</sup>等多因素限制,因而关于青杆针叶多酚的分离、纯化有待进一步研究。

## 参考文献

- [1] 陈思,董永恒,高智辉,等.甘肃兴隆山保护区青杆群落结构分析[J].西北林学院学报,2013(1):39-45.
- [2] Kimy S, Shin D H. Volatile components and antibacterial effects of pine needle(*Pinus densiflora* S. and Z.) extract[J]. Food Microbiology, 2005(22): 37-45.
- [3] Su X Y, Wang Z Y, Liu J R. In vitro and in vivo antioxidant activity of *Pinus koraiensis* seed extract containing phenolic compounds [J]. Food

Chemistry, 2009, 117(4): 681-686.

[4] 曹炜,索志荣. Folin-Ciocalteu 比色法测定蜂蜜中总酚酸的含量[J]. 食品与发酵工业, 2003(12): 80-82.

[5] 房祥军,邵海燕,陈杭君. 正交试验法优化山核桃仁中总多酚的提取工艺参数研究[J]. 中国食品学报, 2009(1): 153-157.

[6] 贾冬英,姚开,谭薇,等. 石榴皮中多酚提取条件的优化[J]. 林产化学与工业, 2006(3): 123-126.

[7] 李光,余霜,陈庆富. 正交设计在红薯叶黄酮提取中的应用[J]. 北方园艺, 2012(1): 41-42.

[8] 孙海燕,郭伟. 正交实验优选向日葵叶片提取总黄酮的研究[J]. 北方园艺, 2013(3): 16-18.

[9] 石碧,狄莹. 植物多酚[M]. 北京:科学出版社, 2000.

## Optimization of Ultrasonic Extraction of Polyphenols from the Leaves of *Picea wilsonii*

ZHENG Tao, SU Rui, ZHAO Yun-mei, GAO Zhi-hui, FAN Jin-shuan

(College of Forestry, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** Taking the leaves of *Picea wilsonii* as material, ethanol as extraction solvent, adopting ultrasonic extraction method, the extraction of polyphenols was investigated by orthogonal test method. The results showed that the influence factors on the extraction rate of polyphenols was the order of material liquid ratio > ultrasonic power > ultrasonic temperature > ultrasonic time, and the optimum condition was material liquid ratio 1:60 g/mL, ultrasonic power 350 W, ultrasonic temperature 45°C, ultrasonic time 35 min, under the condition, the polyphenols extraction rate was 34.72%.

**Key words:** *Picea wilsonii*; polyphenols; extraction; orthogonal test