

## 微波辅助提取香蕉皮总多酚的工艺优选

朱开梅<sup>1</sup>, 顾生玖<sup>1\*</sup>, 骆彩珍<sup>1</sup>, 蒋运生<sup>2</sup>, 许有瑞<sup>1</sup>

(1. 桂林医学院, 广西 桂林 541004; 2. 中国科学院广西植物研究所, 广西 桂林 541006)

**[摘要]** 目的: 优选香蕉皮总多酚的微波辅助提取工艺。方法: 采用微波辅助提取技术, 以总多酚提取率为指标, 通过单因素试验和正交试验考察乙醇体积分数、微波功率、提取时间和料液比对香蕉皮总多酚提取工艺的影响。结果: 最佳提取工艺为加 35 倍量 50% 乙醇于 380 W 微波提取 100 s, 总多酚提取率 2.16%。结论: 微波辅助技术可用于提取香蕉皮总多酚, 具有时间短、效率高等优点。

**[关键词]** 香蕉皮; 总多酚; 微波辅助提取

**[中图分类号]** R283.6, R284.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2013)15-0035-03

**[doi]** 10.11653/syjf2013150035

## Optimization of Microwaves-assisted Extraction Technology for Total Polyphenols from Banana Peel

ZHU Kai-mei<sup>1</sup>, GU Sheng-jiu<sup>1\*</sup>, LUO Cai-zhen<sup>1</sup>, JIANG Yun-sheng<sup>2</sup>, XU You-rui<sup>1</sup>

(1. Guilin Medical University, Guilin 541004, China;

2. Guangxi Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China)

**[Abstract]** **Objective:** To optimize microwaves-assisted extraction technology of total polyphenols from banana peel. **Method:** Total polyphenols was extracted by microwaves-assisted technique with yield of total polyphenols as index, effect of the concentration of ethanol, microwave power, extraction time and solid-liquid ratio on extraction technology of total polyphenols was investigated by single-factor tests and orthogonal test. **Result:** Optimum extraction technology was as following: extracted 100 s with 35 times the amount of 50% ethanol under microwaves power of 380 W. Yield of total polyphenols was 2.16%. **Conclusion:** Microwave-assisted technology could be adopted for extracting total polyphenols with shorten time, high efficiency and other advantages.

**[Key words]** banana peel; total polyphenols; microwaves-assisted extraction

香蕉是广西的大宗水果, 近年已实现规模化种植, 2012 年香蕉产量 245 万吨<sup>[1-2]</sup>。香蕉皮约占果

实质量的 30%, 是香蕉深加工的主要废弃物。植物总多酚具有抗肿瘤、抗氧化、抗动脉硬化、防治心脑血管疾病等多种生理功能<sup>[3-4]</sup>。研究表明香蕉皮总多酚具有预防动脉粥样硬化形成的作用<sup>[5]</sup>。因此利用香蕉皮制备高纯度的香蕉皮总多酚, 不仅能减轻环境污染, 还可创造价值。

多酚类物质的提取常采用溶剂法、超声波辅助法和微波辅助法。目前国内外对香蕉皮总多酚的提取工艺研究较少或均采用水提法, 总多酚得率低<sup>[6-9]</sup>。微波辅助提取法具有操作简便、产率高、副产物少、产物易于纯化等特点。本实验以乙醇为溶剂, 采用微波辅助法提取香蕉皮总多酚, 通过单因素

**[收稿日期]** 20130122(012)

**[基金项目]** 广西科技特派员专项(129825-21); 广西教育厅项目(201202ZD065); 桂林市科技攻关项目(20110106-5, 20120105-5, 20120105-16, 20120105-8)

**[第一作者]** 朱开梅, 教授, 硕士生导师, 从事天然药物分析的研究, Tel: 0773-5899602, E-mail: glzkm@163.com

**[通讯作者]** \* 顾生玖, 博士, 教授, 硕士生导师, 从事心血管病理学及药物防治研究, Tel: 0773-2295148, E-mail: gushengjiu@163.com

试验和正交试验优选其提取工艺,为总多酚开辟新的植物资源,同时为香蕉的综合利用提供实验依据。

## 1 材料

NJL07-3 型微波炉(南京杰全微波设备有限公司),DS-1 型高速组织捣碎机(上海亨隆科教设备有限公司),752 型紫外-可见分光光度计(上海奥谱勒仪器有限公司),LR4000 型旋转蒸发仪(德国 Heidolph),GL-20G-II 型冷冻离心机(上海安亭科学仪器公司),DHG-9075A 型电热鼓风干燥箱(上海一恒科技有限公司)。

新鲜香蕉(巴西蕉)、人蕉、粉蕉均购自农贸市场,没食子酸对照品(纯度(98%,中国药品生物制品检定所,批号 110831-200806),试剂均为分析纯。

## 2 方法与结果

**2.1 香蕉皮的干燥及粉碎** 将剩下的香蕉皮清洗干净、沥干后,单层均匀平铺在微波真空干燥机的物料盒中进行干燥(真空度  $-85\text{ kPa}$ ,微波强度  $10\text{ W}\cdot\text{g}^{-1}$ ),干燥过程中定时记录物料质量并换算为干基含水率,直至含水率 5% 为止。

**2.2 香蕉皮总多酚的提取** 称取一定量香蕉皮粉,加一定量乙醇于一定功率下进行微波提取,提取液过滤,定容至一定体积,即得。

**2.3 标准曲线的制作** 总多酚测定采用 Folin-Denis 法<sup>[10]</sup>,以没食子酸为对照品。准确称取没食子酸对照品  $0.1\text{ g}$  溶于少量水中,定容至  $100\text{ mL}$ ,得  $0.1\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  没食子酸对照品溶液。准确量取  $0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\text{ mL}$  于  $100\text{ mL}$  量瓶中,加水定容至  $100\text{ mL}$ ,得系列没食子酸对照品溶液。精密量取各溶液  $1\text{ mL}$ ,加入 Folin-Denis 试剂  $1\text{ mL}$ ,摇匀,放置  $3\text{ min}$ ;加  $10\%$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$   $3\text{ mL}$ ,摇匀,室温放置  $1\text{ h}$ ,于  $760\text{ nm}$  处测定吸光度( $A$ )。同法配制空白试剂,以没食子酸质量浓度为横坐标, $A$  为纵坐标,得回归方程  $Y = 0.1195X + 0.0105 (r = 0.9999)$ ,表明没食子酸在  $1 \sim 10\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  与  $A$  呈良好线性关系。

**2.4 样品的测定** 精密吸取香蕉皮总多酚提取液  $1\text{ mL}$ ,用水定容至  $50\text{ mL}$ 。精密吸取  $2\text{ mL}$  于  $25\text{ mL}$  比色管中,加 Folin-Denis 显色剂  $2.5\text{ mL}$ , $5 \sim 8\text{ min}$  后加  $10\%$  碳酸钠溶液  $2.5\text{ mL}$ ,加水定容至  $25\text{ mL}$ ,摇匀,于室温下放置  $1\text{ h}$ 。按相同方法配置空白溶液,于  $760\text{ nm}$  处测定  $A$ ,计算香蕉皮总多酚提取率。

### 2.5 单因素试验考察

**2.5.1 乙醇体积分数** 称取香蕉皮粉 5 份,每份  $10\text{ g}$ ,分别加入 20 倍量体积分数为  $30\%, 40\%, 50\%, 60\%, 70\%$  的乙醇于  $230\text{ W}$  微波提取  $100\text{ s}$ 。

结果表明总多酚提取率随乙醇体积分数的增加而增大,于体积分数  $50\%$  时达最大,因为总多酚在植物体内通常与蛋白质、多糖以氢键和疏水键形式形成稳定的化合物,而有机溶剂具有氢键断裂作用<sup>[11]</sup>。随乙醇体积分数进一步提高,总多酚提取率降低,可能是乙醇体积分数过高时,一些醇溶性杂质、色素、亲脂性强成分等溶出增多,与总多酚竞争同乙醇-水分子结合,使组织通透性下降,干扰因素随之增大,故初步选取  $50\%$  乙醇。

**2.5.2 微波功率** 称取香蕉皮粉 4 份,每份  $10\text{ g}$ ,分别加 20 倍量  $50\%$  乙醇于  $120$ (低火), $230$ (中低火), $380$ (中火), $520\text{ W}$ (高火)微波提取  $100\text{ s}$ 。结果发现随微波功率的逐渐增大,香蕉皮中总多酚物质的提取率显著增加,因为功率增大,体系升温速率增大,分子运动速度加快,物质的渗透、扩散和溶解速度也加快。增加至  $520\text{ W}$  时提取率有所下降,因为在高功率条件下总多酚易被氧化,故选择  $230\text{ W}$  较为合适。

**2.5.3 提取时间** 称取香蕉皮粉 5 份,每份  $10\text{ g}$ ,分别加 20 倍量  $50\%$  乙醇于  $230\text{ W}$  提取  $60, 80, 100, 120, 140\text{ s}$ 。结果表明随提取时间增加,提取率逐渐增大,但  $>100\text{ s}$  后呈现下降趋势,原因可能是提取时间过长时,总多酚易受热破坏发生降解、缩合、氧化等化学反应,故选择提取  $100\text{ s}$ 。

**2.5.4 料液比** 称取香蕉皮粉 5 份,每份  $10\text{ g}$ ,分别按料液比  $1:20, 1:25, 1:30, 1:35, 1:40$  加  $50\%$  乙醇于  $230\text{ W}$  提取  $100\text{ s}$ 。结果随料液比的增大,总多酚提取率呈上升趋势,当料液比  $1:30$  时,提取率较高值,之后提取率的增加幅度趋于缓慢,故料液比选择  $1:30$ 。

**2.6 正交试验优选** 在单因素试验基础上,选取乙醇体积分数、微波功率、提取时间和料液比为考察因素,每个因素设 3 个水平,以总多酚提取率为指标,因素水平见表 1,按  $L_9(3^4)$  正交设计表进行试验,试验安排及结果见表 2,方差分析见表 3。

表 1 香蕉皮总多酚提取工艺优选正交试验因素水平

水平	A 乙醇 体积分数/%	B 微波 功率/W	C 提取 时间/s	D 料液比
1	20	120	80	1:20
2	30	230	100	1:25
3	40	380	120	1:30

由直观分析可知,影响总多酚提取率的主次因素依次为  $B > C > A > D$ 。以极值最小的  $D$  因素为误

差项进行方差分析,结果显示 *A* 因素对总多酚提取率无显著性影响,*B*,*C* 因素则具有显著性影响,确定优化组合  $A_2B_3C_2D_3$ ,即乙醇体积分数 50%,微波功率 380 W,提取时间 100 s,料液比 1:35。

表 2 香蕉皮总多酚提取工艺优选正交试验安排

No.	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	总多酚提取率/%
1	1	1	1	1	1.94
2	1	2	2	2	2.08
3	1	3	3	3	2.17
4	2	1	2	3	2.16
5	2	2	3	1	2.00
6	2	3	1	2	2.12
7	3	1	3	2	1.96
8	3	2	1	3	1.89
9	3	3	2	1	2.20
$K_1$	2.06	2.02	1.98	2.05	
$K_2$	2.09	1.99	2.15	2.05	
$K_3$	2.02	2.016	2.04	2.07	
<i>R</i>	0.76	1.71	1.66	0.26	

表 3 总多酚提取工艺方差分析

方差来源	<i>SS</i>	<i>f</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>A</i>	0.88	2	8.33	>0.05
<i>B</i>	5.02	2	47.49	<0.05
<i>C</i>	4.24	2	40.11	<0.05
<i>D</i> (误差)	0.11	2	1.0	

注: $F_{0.05}(2,2) = 19.0$ 。

**2.7 验证试验** 称取相同质量的同一批香蕉皮,按优选工艺进行 3 次验证试验,结果总多酚平均提取率 2.16% (RSD 0.92%),说明该工艺稳定合理。

### 3 讨论

采用微波辅助法提取香蕉皮粉中总多酚,提取率稍高于马永全等<sup>[8]</sup>采用水浴浸提法的得率 1.77%,可能与原料品种、成熟度及预处理方法等因素密切相关。香蕉皮总多酚可采用甲醇、乙醇、丙酮或水进行提取<sup>[9]</sup>,水作为溶剂时,香蕉总多酚的提

取率高于以甲醇、乙醇或丙酮为溶剂,但以该 3 种有机溶剂分别与水的混合液作为提取溶剂时,香蕉总多酚的提取率反而均高于水及相应纯溶剂,与本试验结果一致。

### [参考文献]

- [1] 广西壮族自治区发展和改革委员会. 广西水果年产量超 1000 万吨[Z]. 2012-11-13.
- [2] 朱开梅,杨海云,顾生玖. 香蕉皮多糖对人乳腺癌细胞增殖、克隆形成与核因子- $\kappa$ B 蛋白表达的影响[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(6):188.
- [3] Iversen A, Jensen J S, Scharling H, et al. Hypercholesterolaemia and risk of coronary heart disease in the elderly: impact of age; City Heart Study[J]. Eur J Inter Med,2009,20(2):139.
- [4] 谭梦辉,于波,谷颖敏,等. 水蒲桃种子总多酚提取工艺的响应曲面法优化[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(17):41.
- [5] 赵磊,朱开梅,王晓,等. 香蕉皮总多酚对高脂血症大鼠降血脂作用的实验研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(13):201.
- [6] 李群梅,杨昌鹏,李健,等. 植物总多酚提取与分离方法的研究进展[J]. 保鲜与加工,2011,56(10):16.
- [7] Shinichi S, Yumiki Y, Kazuyoshi O. Antioxidant compounds from bananas[J]. Food Chem,2002,79(3):351.
- [8] 马永全,黄雪莲,于新. 响应面分析法优化香蕉皮总多酚提取工艺的研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(18):9784.
- [9] 贾冬英,李尧,姚开,等. 香蕉皮中总多酚的提取工艺条件研究[J]. 四川大学学报,2005,37(6):52.
- [10] Kim J S, Reuhs B L, Michon F, et al. Addition of glycerol for improved methylation linkage analysis of polysaccharides [J]. Carbohydr Res, 2006, 341(8):1061.
- [11] 石碧,狄莹. 植物总多酚[M]. 北京:科学出版社,2000:30.

[责任编辑 全燕]