

西番莲果皮成分分析及其抗氧化活性的研究

文良娟, 毛慧君, 张元春, 李英军

(广西大学轻工与食品工程学院, 广西 南宁 530004)

摘要:以西番莲果皮为原料, 分析西番莲果皮的营养成分和功能性成分, 并对西番莲果皮抗氧化活性进行研究。结果表明, 西番莲果皮中含有丰富的碳水化合物、多糖、黄酮和多酚类物质。其中果胶和粗纤维含量分别为 12.5% 和 22.1%, 多糖含量为 20.62 ± 0.21 g/100g, 总黄酮含量为 1180.67 ± 16.73 mg/100g, 总酚含量为 2811.24 ± 22.74 mg/100g。西番莲果皮的乙醇、水提取物都具有良好的抗氧化活性, 均能有效清除 DPPH· 和 ·OH。果皮提取物的自由基清除能力与质量浓度呈明显的量效关系, 最高清除率分别达 91.62% 和 81.97%。

关键词: 西番莲果皮; 营养成分; 总酚; 总黄酮; 抗氧化活性

Study on Compositions and Antioxidant Activity of *Passiflora edulis* Rind

WEN Liang-juan, MAO Hui-jun, ZHANG Yuan-chun, LI Ying-jun

(Institute of Light Industry and Food Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: The *Passiflora edulis* rind was investigated on its nutritional components, functional components and antioxidant activity. The results showed that the *Passiflora edulis* rind is rich in carbohydrate, polysaccharides, flavonoids and polyphenols. The contents of pectin and crude fiber are 12.5% and 22.1% respectively, the content of polysaccharide is 20.62 ± 0.21 g/100g, the content of total flavonoids is 1180.67 ± 16.73 mg/100 g, and the content of total polyphenol is 2811.24 ± 22.74 mg/100 g. The crude extracts of the *Passiflora edulis* rind by ethanol and water have good antioxidant capacity, which can effectively scavenge DPPH· and ·OH. The scavenging capabilities of the crude extracts are obviously related to their concentrations, and the maximum scavenging rates are 91.62% and 81.97% respectively.

Key words: *Passiflora edulis* rind; nutritional components; total polyphenol; total flavonoids; antioxidant activity
中图分类号: TS201.1 文献标识码: A 文章编号: 1002-6630(2008)11-0054-05

西番莲(*Passiflora edulis*) 俗称鸡蛋果、百香果, 属西番莲科, 西番莲属植物, 热带多年生草质至半木质藤本攀附果树, 原产澳大利亚和南美洲的巴西, 现广泛分布于热带和亚热带地区。我国台湾、广东、福建、海南等地种植西番莲已有很长的历史, 并形成了一定的规模^[1]。但是目前西番莲除了少量用于鲜食外, 其余大部分用来生产果汁, 而果皮一般作为废料处理, 既浪费资源又造成环境污染。实际上, 西番莲果实中, 果皮占鲜果重的 50%~55%, 其中除含有丰富的果胶外, 其他营养成分也很丰富^[2]。

目前, 国内外对西番莲果皮的利用研究主要集中在果胶的提取方面, 对其功能性成分和抗氧化活性的研究还很少。本实验以西番莲果皮为原料, 对西番莲果皮的成分组成及其抗氧化活性进行研究, 以期以西番莲果皮功能性成分的研究开发提供依据。

1 材料与与方法

1.1 材料与试剂

西番莲果皮 广西柳州明朝饮料有限公司。果皮为紫红色, 清洗、干燥、烘干、粉碎后备用。

DPPH Alfa Aesar 公司; 芦丁标准品 中国药品生物制品检定所; 其余试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

7230G 分光光度计 上海精密科学仪器有限公司; PB303-N 电子天平 梅特勒公司; R2200 旋转蒸发器 瑞士 Büchi 公司; TDZ5-WS 型离心机 湘仪离心机有限公司; DF206 型电热鼓风干燥箱 北京市医疗设备厂; GSY-11 型电热恒温水浴锅 北京市医疗设备厂。

1.3 方法

1.3.1 基本营养成分的测定^[3]

灰分含量的测定: 采用 GB/T5009.4—2003 灼烧称量法; 粗蛋白含量的测定: 采用 GB/T5009.5—2003 凯氏定氮法; 粗脂肪含量的测定: 采用 GB/T5009.6—2003

收稿日期: 2008-07-26

作者简介: 文良娟(1958-), 女, 副教授, 研究方向为水果蔬菜中的天然化合物功能。E-mail: wenlijuan@gxu.edu.cn

索氏抽提法;还原糖、总糖含量的测定:采用GB/T 5009.7—2003滴定法;淀粉含量的测定:采用GB/T5009.9—2003酸水解法;粗纤维含量的测定:采用GB/T5009.10—2003的方法;果胶含量的测定:采用重量法^[4]。

1.3.2 样品溶液的制备

1.3.2.1 西番莲果皮乙醇提取液的制备

准确称取已粉碎的西番莲果皮2.5g,加入70%乙醇50ml,置于75℃恒温水浴锅中回流提取2h,提取两次合并滤液,用70%乙醇定容至100ml,备用。

1.3.2.2 西番莲果皮蒸馏水提取液的制备

准确称取已粉碎的西番莲果皮4.0g,加入100ml蒸馏水,置于90℃恒温水浴锅中回流提取5h,提取液过滤后定容至100ml,备用。

1.3.3 总黄酮含量的测定

1.3.3.1 标准曲线的建立^[5]

精确称取经105℃干燥恒重的芦丁标准品10.0mg,用70%的乙醇,置于水浴上微热使溶解后定容至100ml,配成100μg/ml的芦丁标准溶液。准确吸取芦丁标准溶液0、0.50、1.00、2.00、3.00、4.00ml,移入10ml刻度比色管中,加入30%乙醇溶液至5ml,各加5%亚硝酸钠溶液0.3ml,振荡后放置5min,加入10%硝酸铝溶液0.3ml振荡后放置6min,加1.0mol/L氢氧化钠溶液2ml,用30%乙醇定容至刻度。摇匀,放置15min,于510nm波长处测定吸光度,以零管为空白,以芦丁含量(μg)为横坐标,以吸光度为纵坐标绘制标准曲线。

1.3.3.2 样品测定

根据西番莲果皮中总黄酮含量高低,取适宜体积果皮乙醇提取液,按标准曲线制备操作步骤于510nm波长处进行吸光度的测定(样液如有沉淀,应过滤后测定)。

1.3.4 总酚含量的测定

1.3.4.1 标准曲线的建立^[6]

精确称取10.0mg没食子酸,溶解后加水定容到100ml,配成100μg/ml的没食子酸标准溶液。准确吸取没食子酸标准溶液0.0、0.2、0.4、0.8、1.2、1.6、2.0ml于10ml刻度比色管中,加5.0ml蒸馏水,再加0.5ml Folin-Ciocalteu试剂^[7],摇匀1min后再加入1.5ml 20%Na₂CO₃溶液,于室温反应2h。以0号管为空白,在760nm波长处测定对照品溶液的吸光度。以对照品的量(μg)为横坐标,吸光度为纵坐标,绘制标准曲线。

1.3.4.2 样品测定

根据西番莲果皮中总酚含量的高低,取适宜体积果皮乙醇提取液,按标准曲线制备操作步骤于760nm波长处进行吸光度的测定(样液如有沉淀,应过滤后测定)。

1.3.5 多糖含量的测定

1.3.5.1 标准曲线的建立^[8]

精确称取标准葡萄糖50mg,用蒸馏水定容至500ml,可得浓度为100mg/ml的葡萄糖标准溶液。分别吸取0、0.2、0.4、0.6、1.0、1.4ml葡萄糖标准溶液,补加蒸馏水至2.0ml,加入6%苯酚溶液1ml,混合后迅速加入5ml浓硫酸混匀,室温静置20min,在波长490nm处测定吸光度,空白对照以蒸馏水代替糖溶液。以糖含量(mg)为横坐标,吸光度为纵坐标,制作标准曲线。

1.3.5.2 样品测定

根据西番莲果皮中粗多糖含量的高低,取适宜体积果皮蒸馏水提取液,按标准曲线制备操作步骤于490nm波长处进行吸光度的测定(样液如有沉淀,应过滤后测定)。

1.3.6 抗氧化活性的测定

1.3.6.1 清除DPPH自由基活性的测定^[9-10]

DPPH·法是一种简单快速的自由基分析方法。吸取不同浓度的待测溶液2.0ml,加入0.2mmol/L DPPH溶液2.0ml,摇匀,放置30min。以无水乙醇调零,测定517nm处的吸光度(A_{样品})。同时,测定样品溶液2.0ml与无水乙醇2.0ml混合液在517nm处的吸光度(A_{对照}),再测定2.0ml DPPH溶液与2.0ml无水乙醇在517nm处的吸光度(A_{空白})。

$$\text{清除率}(\%) = (1 - \frac{A_{\text{样品}} - A_{\text{对照}}}{A_{\text{空白}}}) \times 100$$

1.3.6.2 清除羟自由基活性的测定^[10-11]

采用邻二氮菲-金属铁离子-H₂O₂体系,取5mmol/L邻二氮菲溶液1.5ml,加pH7.4、0.05mol/L的磷酸缓冲液2.0ml充分混匀后,加7.5mmol/L FeSO₄溶液1.0ml,每加一管立即混匀,加0.1% H₂O₂1.0ml,最后以蒸馏水补充至总体积为10.0ml。反应液37℃保温1h,510nm处测吸光度(A_{损伤})。样品溶液清除·OH作用,依上法实验,分别加入不同浓度多糖溶液1.0ml后再加H₂O₂37℃保温1h,510nm处测吸光度(A_{样品})。未损伤管不加H₂O₂及多糖溶液,510nm处测吸光度(A_{未损伤})。

$$\cdot\text{OH清除率}(\%) = \frac{A_{\text{样品}} - A_{\text{损伤}}}{A_{\text{未损伤}} - A_{\text{损伤}}} \times 100$$

2 结果与分析

2.1 基本营养成分研究

根据GB/T5009—2003中的操作方法进行西番莲果皮营养成分的测定,测定结果见表1。为了便于比较,同时摘录了黄果西番莲果皮的相应的营养成分^[12]。

由表1可以看出,样品西番莲果皮与陈泽琼等^[10]报道的黄果西番莲果皮相比,营养成分含量相差不大,西番莲果皮中的蛋白质含量和脂肪含量都不高;果皮中碳

水化合物含量较高, 含量在 50% 以上, 其中样品果皮中淀粉含量和果胶含量高于黄果西番莲果皮, 粗纤维含量比黄果西番莲果皮低, 由此可见, 西番莲果皮在果胶提取方面占有很大的优势; 果皮中粗纤维含量很高, 样品西番莲果皮中水溶性纤维比例高于黄果西番莲果皮, 是高品质膳食纤维的良好来源。

表1 西番莲果皮的主要营养成分

Table 1 Main nutritional components of *Passiflora edulis* rind

名称	样品西番莲果皮(%)	黄果西番莲果皮(%)
灰分	5.49	4.82
粗蛋白	4.84	3.81
粗脂肪	0.56	0.64
还原糖	17.6	16.05
总糖	22.6	21.49
淀粉	11.3	9.28
果胶	12.5	11.49
粗纤维	21.1	27.2

2.2 功能性成分研究

2.2.1 总黄酮含量的研究

用芦丁作为参比标准来衡量样品乙醇提取液中的总黄酮含量。以芦丁含量(μg)为横坐标, 510nm 处吸光度为纵坐标绘制标准曲线, 所得的回归方程为: $y=0.0012x-0.0027(R^2=0.9994)$, 绘制的标准曲线见图 1。

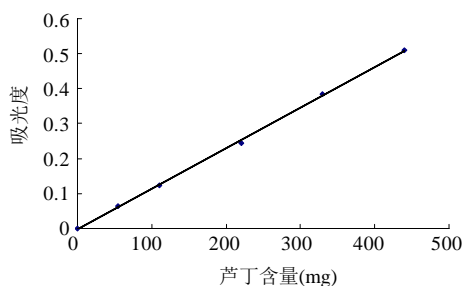


图1 芦丁标准曲线

Fig.1 Standard curve of rutin

表2 总黄酮回收率实验结果

Table 2 Recovery rate of total flavonoids

编号	样品质量(g)	加入量(mg)	测得量(mg)	回收率(%)	平均回收率(%)	RSD(%)
1	1.0051	2	13.82	99.57	99.47	2.04
2	1.0004	2	13.56	98.05		
3	0.9997	2	13.39	96.89		
4	1.001	2	14.09	101.81		
5	1.0024	2	13.99	101.01		

对测定方法的稳定性、精密度、重复性以及加样回收率进行研究, 实验结果显示在 1h 内, 吸光度有下降趋势, 但幅度不大, RSD 为 2.14%($n=6$), 稳定性良好; 精密度和重复性均良好, RSD 分别为 1.58%($n=5$)

和 1.74%($n=5$); 加样回收率 99.47%, RSD 为 2.04%(表 2), 可见该方法实验结果基本可靠, 符合实验要求。按照上述方法, 测定样品西番莲果皮乙醇提取液中总黄酮的含量, 进行五次平行实验得出, 西番莲果皮总黄酮含量 $1180.67 \pm 16.73\text{mg}/100\text{g}$ (表 3)。

表3 西番莲果皮的总黄酮含量

Table 3 Content of total flavonoids of *Passiflora edulis* rind

编号	吸光度	总含量(mg/100g)	平均值(mg/100g)	RSD(%)
1	0.173	1171.33	1180.67	1.42
2	0.178	1204.67		
3	0.176	1191.33		
4	0.172	1164.67		
5	0.173	1171.33		

2.2.2 总酚含量的研究

用没食子酸作为参比标准来衡量样品乙醇提取液中的总酚含量。以没食子酸含量(μg)为横坐标, 760nm 处吸光度为纵坐标绘制标准曲线, 所得的回归方程为: $y=0.0121x+0.0026(R^2=0.9999)$, 绘制的标准曲线见图 2。

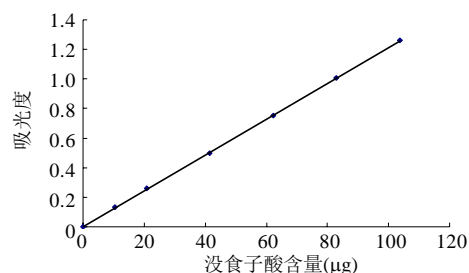


图2 没食子酸标准曲线

Fig.2 Standard curve of gallic acid

对测定方法的稳定性、精密度、重复性以及加标回收率进行研究, 实验结果显示, 在 2h 内, 吸光度变化很小, RSD 为 0.22%($n=7$), 稳定性良好; 精密度和重复性均良好, RSD 分别为 1.50%($n=5$)和 1.32%($n=5$); 加标回收率 98.70%, RSD 为 1.46%(表 4), 可见该方法实验结果基本可靠, 符合实验要求。按照上述方法, 测定样品西番莲果皮乙醇提取液中总酚的含量, 进行五次平行实验得出, 西番莲果皮总酚含量为 $2811.24 \pm 22.74\text{mg}/100\text{g}$ (表 5)。

表4 总酚回收率实验结果

Table 4 Recovery rate of total polyphenols

编号	样品质量(g)	加入量(mg)	测得量(mg)	回收率(%)	平均回收率(%)	RSD(%)
1	1.0004	5	32.84	99.09	98.7	1.46
2	1.0021	5	32.67	98.46		
3	1.0011	5	32.28	97.35		
4	0.9989	5	32.31	97.64		
5	0.9994	5	33.43	100.97		

表5 西番莲果皮的总酚含量

Table 5 Contents of total polyphenols of *Passiflora edulis* rind

编号	吸光度	总含量(mg/100g)	平均值(mg/100g)	RSD(%)
1	0.43	2825.79	2811.24	1.08
2	0.428	2812.56		
3	0.434	2852.23		
4	0.425	2792.73		
5	0.422	2772.89		

2.2.3 多糖含量的研究

用葡萄糖作为参比标准来衡量样品蒸馏水提取液中的粗多糖含量。以葡萄糖含量(μg)为横坐标, 490nm 处吸光度为纵坐标绘制标准曲线, 所得的回归方程为: $y=0.0069x - 0.0018(R^2=0.9995)$, 绘制的标准曲线见图 3。

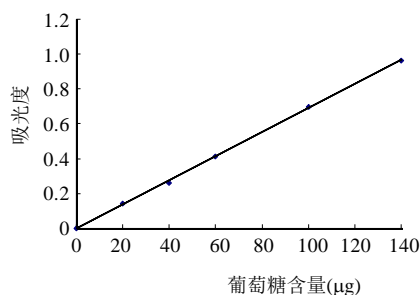


图3 葡萄糖标准曲线

Fig.3 Standard curve of glucose

对测定方法的稳定性、精密度、重复性以及加样回收率进行研究, 实验结果显示, 在 1h 内, 吸光度变化很小, RSD 为 0.11%($n=5$), 稳定性良好; 精密度和重复性均良好, RSD 分别为 1.85%($n=5$)和 1.87%($n=5$); 加样回收率 100.96%, RSD 为 1.23%(表 6), 可见该方法实验结果基本可靠, 符合实验要求。按照上述方法, 测定样品西番莲果皮水提取液中多糖的含量, 进行五次平行实验得出, 西番莲果皮多糖含量为 $20.62 \pm 0.21\text{g}/100\text{g}$ (表 7)。

表6 多糖回收率实验结果

Table 6 Recovery rate of polysaccharides

编号	样品质量(g)	加入量(mg)	测得量(mg)	回收率(%)	平均回收率(%)	RSD(%)
1	1.0006	50	252.46	101.53	100.96	1.23
2	1.0011	50	253.19	101.28		
3	1.0035	50	255.36	100.61		
4	1.0013	50	258.99	99.03		
5	0.9998	50	250.29	102.35		

表7 西番莲果皮的多糖含量

Table 7 Content of polysaccharides of *Passiflora edulis* rind

编号	吸光度	总含量(g/100g)	平均值(g/100g)	RSD(%)
1	0.575	20.9	20.62	1.01
2	0.567	20.61		
3	0.571	20.75		
4	0.563	20.46		
5	0.561	20.39		

2.3 抗氧化能力的研究

2.3.1 西番莲果皮对 DPPH· 的清除能力

DPPH· 是一种人工合成稳定自由基, 西番莲果皮提取物清除 DPPH· 效果见图 4、5。

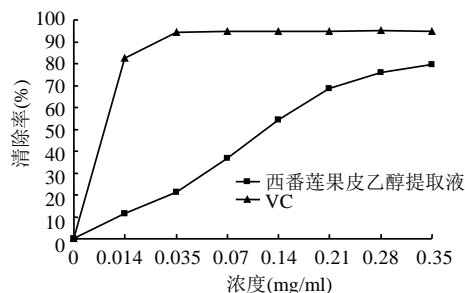


图4 西番莲果皮乙醇提取液对 DPPH· 的清除作用

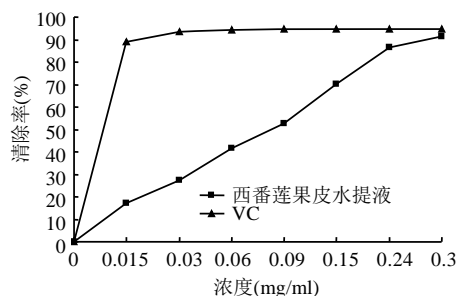
Fig.4 Scavenging activity of different concentrations of ethanol extract of *Passiflora edulis* rind on DPPH·

图5 西番莲果皮水提取液对 DPPH· 的清除作用

Fig.5 Scavenging activities of different concentrations of water extract of *Passiflora edulis* rind on DPPH·

如图 4、5 所示, 西番莲果皮不同溶剂的提取物对 DPPH· 都有一定的清除作用, 并呈一定的量效关系。但在此浓度 (0.014~0.35mg/ml) 范围内, VC 对 DPPH· 的清除能力较平稳, 均在 90% 左右。在较低浓度 (< 0.24mg/ml) 时, 西番莲果皮提取物对 DPPH· 的清除能力明显低于相同浓度的 VC, 当西番莲果皮水提取液浓度增高至 0.3mg/ml 时, 对 DPPH· 的清除能力达到 91.62%, 高于 0.35mg/ml 时西番莲果皮乙醇提取液对 DPPH· 的清除能力(79.49%)。由此可见, 清除 DPPH· 的能力大小为西番莲果皮乙醇提取液 < 西番莲果皮水提取液 < VC, 高浓度的西番莲果皮提取物对 DPPH· 有很好的清除能力。

2.3.2 西番莲果皮对 ·OH 的清除能力

羟基自由基(·OH)是化学性质非常活泼的一种活性氧分子, 实验采用 Fenton 反应体系产生 ·OH, 来考察多糖西番莲果皮对 ·OH 的清除能力。西番莲果皮清除 ·OH 的效果见图 6、7。

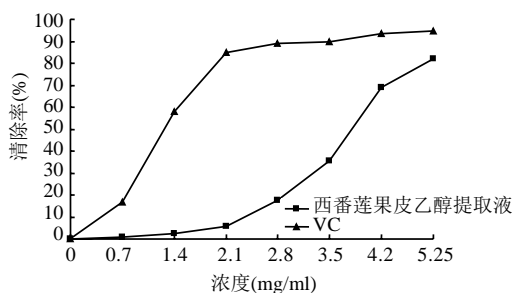


图6 西番莲果皮乙醇提取液对·OH的清除作用

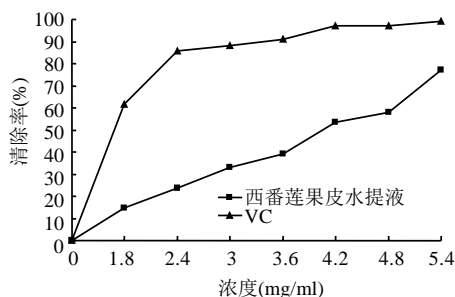
Fig.6 Scavenging activities of different concentrations of ethanol extract of *Passiflora edulis* rind on ·OH

图7 西番莲果皮水提液对·OH的清除作用

Fig.7 Scavenging activities of different concentrations of water extract of *Passiflora edulis* rind on ·OH

如图6、7可以看出,西番莲果皮不同溶剂的提取物和VC对·OH都有一定的清除作用,并呈一定的量效关系。在较低浓度($< 0.2\text{mg/ml}$)时,随浓度的增加,VC对·OH的清除能力增加迅速,当浓度高于 0.2mg/ml 时,清除能力增加持续平稳。在实验浓度范围内,西番莲果皮提取物对·OH的清除能力均低于相同浓度的VC。当浓度小于 4.2mg/ml 时,西番莲果皮水提液对·OH的清除能力高于西番莲果皮乙醇提取液,但当浓度大于 4.2mg/ml 时,西番莲果皮乙醇提取液对·OH的清除能力高于西番莲果皮水提液。西番莲果皮乙醇提取液和水提液对·OH都有较好的清除能力,分别为 81.97% (5.25mg/ml)和 77.33% (5.4mg/ml),低于相同浓度下对

DPPH·的清除能力。

3 结论

西番莲果皮中碳水化合物含量丰富,特别是果胶和粗纤维含量较高,分别达到 12.5% 和 22.1% ,是提取果胶和膳食纤维的优质原料。西番莲果皮中功能性成分总酚、总黄酮及多糖含量较高,西番莲果皮提取物对DPPH·和·OH具有较好的清除能力,并存在一定的量效关系,从而为西番莲果皮药物与功能性食品的开发提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 余东,熊丙全,袁军,等.西番莲种质资源概况及其应用研究现状[J].中国南方果树,2005,34(1):36-37.
- [2] 赵苹,焦懿,赵虹.西番莲的研究现状及在中国的利用前景[J].资源科学,1999,21(3):77-80.
- [3] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.GB/T 5009—2003 食品卫生检验方法:理化部分[M].北京:中国标准出版社,2004:28-69.
- [4] 吴谋成.食品分析与感官评定[M].北京:中国农业出版社,2002:103-104.
- [5] 孙丽萍,田文礼,朱晓丽,等.蜂花粉总黄酮检测方法的研究[J].食品科学,2007,28(1):262-265.
- [6] 刘硕谦,刘仲华,黄建安.紫外分光光度法检测水皂角总多酚的含量[J].食品工业科技,2003,24(6):76-77.
- [7] 田文礼,孙丽萍,董捷,等.Folin-Ciocalteu 比色法测定蜂花粉中的总酚[J].食品科学,2007,28(2):258-260.
- [8] 王文平,郭祀远,李琳,等.苯酚-硫酸法测定野木瓜中多糖含量的研究[J].食品科学,2007,28(4):276-279.
- [9] KUMARAN A, KARUNAKARAN R J. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*[J]. Food Chemistry, 2006, 97(1): 109-114.
- [10] 文良娟,刘苇芬.苦瓜黄酮的提取条件及其抗氧化活性研究[J].食品科学,2007,28(9):183-186.
- [11] AMAROWICZ R, PEGG R B, RAHIMI-MOGHADDAM P, et al. Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies[J]. Food Chemistry, 2004, 84(4): 551-562.
- [12] 陈泽琼,廖斌,庄宗浩.西番莲果汁、果皮、籽实、种子油的营养成分及其综合利用[J].广州食品工业科技,1992(1):25-28.