

# 菜芙蓉花乙醇提取物抗氧化性及抑制 Hela 细胞生长的研究

仇 燕, 宋建军, 王少杰

(河北科技大学生物科学与工程学院, 河北 石家庄 050018)

**摘 要:** 目的: 研究菜芙蓉(*Ablmoschus manihot* (L.) Medic)花 80% 乙醇提取物的抗氧化能力以及对人宫颈癌 Hela 细胞的生长抑制作用。方法: 采用 Fenton 反应法、邻苯三酚自氧化法、DPPH 法检测菜芙蓉花提取物对体外羟自由基( $\cdot\text{OH}$ )、超氧阴离子自由基( $\text{O}_2^- \cdot$ )、2DPPH 自由基的清除作用并测定其还原力。MTT 法评价菜芙蓉黄酮提取物对细胞生长的抑制效果。结果: 菜芙蓉花提取物清除  $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{O}_2^- \cdot$ 、DPPH 自由基的能力随总黄酮质量浓度的增加而升高,  $\text{EC}_{50}$  分别为 170、20、8.7mg/L, 其还原力是对照 VC 的两倍。菜芙蓉花提取物能够有效抑制肿瘤细胞的生长, 且对 Hela 细胞的抑制作用与总黄酮质量浓度存在显著的剂量效应,  $\text{IC}_{50}$  为 228  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。结论: 菜芙蓉花提取物抗氧化性强, 具有抑制 Hela 细胞生长的作用, 是一种有效的天然抗氧化剂。

**关键词:** 菜芙蓉花提取物; 抗氧化; Hela 细胞; 生长抑制

## Antioxidant Activity of *Ablmoschus manihot* Flower Ethanolic Extract and Its Inhibitory Effect on the Growth of Hela Cells

QIU Yan, SONG Jian-jun, WANG Shao-jie

(College of Biological Science and Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050018, China)

**Abstract:** Objective: To explore the antioxidant activity of *Ablmoschus manihot* flower ethanol extract (AFEE) and its growth inhibitory effect on HeLla cells. Methods: Fenton reaction, pyrogallol auto-oxidation and DPPH radical-scavenging systems were used for antioxidant evaluation of AFEE *in vitro*. The reducing power was evaluated by potassium ferricyanide assay. Growth inhibitory effect of AFEE on Hela cells was assessed by MTT assay. Results: The scavenging activity of AFE on hydroxyl, superoxide anion and DPPH free radicals increased as the total flavonoids concentration increased. The  $\text{EC}_{50}$  of AFEE in scavenging hydroxyl, superoxide anion and DPPH free radicals were 170, 20 mg/L and 8.7 mg/L, respectively. The reducing power of AFE was two-fold higher than that of vitamin C. The growth of HeLa cells was remarkably inhibited by AFEE in a dose-dependent manner and the  $\text{IC}_{50}$  of AFEE in inhibiting Hela cell growth was 228  $\mu\text{g}/\text{mL}$ . Conclusion: AFEE shows strong antioxidant activity and good inhibitory effect against the growth of Hela cells, suggesting a potential to be used as a natural antioxidant agent.

**Key words:** *Ablmoschus manihot* flower extract; antioxidation; Hela cells; growth inhibition

中图分类号: R282.71

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)19-0209-05

菜芙蓉(*Ablmoschus manihot*(L.) Medic)又名野芙蓉, 为锦葵科秋葵属一年生草本植物。根、茎、叶、花、

果均可食用, 为我国典籍记载的传统药食两用资源<sup>[1]</sup>。菜芙蓉花具有通淋、消肿、解毒等功效, 可用于治疗淋病、痈疽肿毒、烫伤, 对肾炎、心肌损伤、脑缺血损伤等具有治疗作用<sup>[2]</sup>。菜芙蓉含有丰富的黄酮类化合物(flavonoids), 又称生物黄酮(bioflavonoids), 是植物经光合作用产生的一大类次生代谢产物。王先荣等<sup>[3]</sup>对其中总

黄酮进行化学成分的研究, 分离到 4 个黄酮醇单糖苷, 分别鉴定为棉皮素-3-O- $\beta$ -葡萄糖苷(gossypetin-3-O- $\beta$ -glucoside)、异槲皮苷(isoquercetin)、金丝桃苷(hyperoside)和槲皮素-3-葡萄糖苷(querctin-3-glucoside)。活性氧是人体代谢的副产物, 过量则会攻击诸如脂类、蛋白质、核酸分子从而导致机体细胞和组织的损伤<sup>[4-5]</sup>, 生物黄酮

收稿日期: 2011-01-12

基金项目: 河北科技大学校立基金重点项目(XL200762); 河北科技大学博士基金项目(Q0200417)

作者简介: 仇燕(1977—), 女, 副教授, 博士, 研究方向为植物次生代谢物提取分离。E-mail: qiuyan77@yahoo.com.cn

具有抗氧化和清除活性氧的作用。目前在医疗和食品领域使用较多的是合成抗氧化剂,如2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚(butylated hydroxytoluene, BHT)、丁基羟基茴香醚(butyl hydroxy anisole, BHA)等,对生物体有潜在的毒副作用<sup>[6]</sup>。黄酮类化合物是一种天然的抗氧化剂,主要通过酚羟基与自由基进行抽氢反应生成稳定的半醌自由基,从而中断链式反应,达到抗氧化作用,且高效、低毒<sup>[7]</sup>。本实验对菜芙蓉花80%乙醇提取物进行抗氧化及抗肿瘤活性研究,为开发利用菜芙蓉资源,探索其生理活性提供依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料与试剂

菜芙蓉(*Ablmoschus manihot* (L.) Medic)产地为河北井陘。

芦丁标准品(批号:100080-200306) 中国药品生物制品检定所;1,1-二苯基-2-苦肼基自(DPPH, 批号047-04051) 日本Wako公司;PBS缓冲液(pH6.8、pH7.4)、邻菲罗啉、邻苯三酚、亚硫酸铁、双氧水、Tris-HCl缓冲液(pH8.2)、铁氰化钾、三氯乙酸、三氯化铁、DMEM培养液、噻唑蓝(MTT)、PBS、二甲基亚砜(DMSO)等均为分析纯。

Hela细胞系由河北科技大学韩春雨博士惠赠。

### 1.2 仪器与设备

WFZ UV-2102PCS型紫外-可见分光光度计 尤尼柯上海仪器有限公司;RE-52型旋转蒸发器 上海亚荣生化仪器厂;GM-0.33 II隔膜真空泵 天津市津腾实验设备有限公司;MULTISKAN MK3型酶标仪 美国Thermo公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 菜芙蓉花提取物(AFEE)的制备

7~8月份上午9~10时采集菜芙蓉花后去花托,经微波干燥处理。将干燥材料粉碎,过100目筛,贮存于干燥器中备用。准确称取10g菜芙蓉花粉,按液料比50:1,用80%乙醇70℃热浸提2h,真空抽滤,滤渣重复上述操作合并滤液,50℃减压旋转蒸干,用80%乙醇定容至10mL,储存在4℃冰箱备用<sup>[8]</sup>。以芦丁为标准品,经硝酸铝显色法测定提取物黄酮质量浓度为26.20mg/mL,将提取物按实验设计配制成不同总黄酮质量浓度的样品溶液。

#### 1.3.2 菜芙蓉花提取物抗氧化性的测定

##### 1.3.2.1 羟自由基( $\cdot\text{OH}$ )清除能力测定

参照孔浩等<sup>[9]</sup>的方法建立Fenton反应体系。Fenton反应产生 $\cdot\text{OH}$ ,该反应体系所需溶液及试剂为:PBS缓冲液(pH7.4)、邻菲罗啉无水乙醇(0.75mol/L)、去离子水、FeSO<sub>4</sub>溶液(0.75mmol/L)、双氧水(0.01%, V/V);以

VC为对照,菜芙蓉花提取物组(样品溶液总黄酮质量浓度分别为50、100、200、250、300mg/L)按表1顺序加入反应液。

表1  $\cdot\text{OH}$ 清除体系的试剂加入情况

Table 1 Fenton reaction systems for hydroxyl free radical scavenging assay

分组	PBS(pH7.4) 体积/mL	邻菲罗啉无水 乙醇体积/mL	去离子水 体积/mL	FeSO <sub>4</sub> 溶液 体积/mL	样品 体积/mL	双氧水体 积/mL
A <sub>0</sub> 组	2.0	2.0	2.0	2.0	0	0
A <sub>1</sub> 组	2.0	2.0	1.0	2.0	0	1.0
菜芙蓉 花乙醇 提取物组(A)	2.0	2.0	0	2.0	1.0	1.0

将反应体系置于37℃恒温水浴锅中,准确反应1.5h后立即取出并迅速测定其在波长536nm处的吸光度(蒸馏水作参比,便于提高精度)。 $\cdot\text{OH}$ 清除率计算按式(1)计算。

$$\text{清除率}/\% = \frac{A_1 - A}{A_0} \times 100 \quad (1)$$

式中: A<sub>0</sub>为不含样品和双氧水的吸光度; A<sub>1</sub>为不含样品只含双氧水的吸光度; A为样品吸光度。

##### 1.3.2.2 超氧阴离子自由基(O<sub>2</sub><sup>-</sup>·)清除能力测定

采用邻苯三酚自氧化法<sup>[10]</sup>测定菜芙蓉花提取物清除O<sub>2</sub><sup>-</sup>·作用。在碱性条件下(pH8.2),邻苯三酚发生自氧化反应,自氧化过程中产生O<sub>2</sub><sup>-</sup>·, O<sub>2</sub><sup>-</sup>·加速邻苯三酚自氧化速率,同时生成有色中间产物,中间产物的积累在滞后30~45s,与时间成良好的线性关系,一般维持4min左右,随后减慢。该有色中间产物在波长325nm处有特征吸收峰<sup>[11]</sup>。当加入清除剂时, O<sub>2</sub><sup>-</sup>·生成受阻,溶液在波长325nm处吸光度减小。故通过测定A<sub>325nm</sub>值可以定量判断自养化反应的程度,并可以计算出清除剂的清除率。

反应体系参照文献[12],在试管中加入4.5mL Tris-HCl(pH8.2)缓冲液和去离子水4.2mL,混合均匀,25℃水浴20min,取出后立即加入25℃预热的5mmol/L邻苯三酚0.3mL,空白管用10mmol/L HCl代替邻苯三酚,迅速摇匀倒入比色皿中。在波长325nm处,每15s测一次吸光度,作标准曲线。按表2顺序加入反应液。测定反应时间内含清除剂的反应液的吸光度随时间的变化率,并与空白组相比较便可得出其对O<sub>2</sub><sup>-</sup>·的清除能力。

表2 O<sub>2</sub><sup>-</sup>清除体系的试剂加入情况

Table 2 Reaction systems for superoxide anion radical scavenging assay

分组	Tris-HCl(pH8.2) 体积/mL	去离子水 体积/mL	邻苯三酚 体积/mL	样品体 积/mL	HCl体 积/mL
空白组	4.5	4.2	0	0	0.3
自氧化组	4.5	4.2	0.3	0	0
菜芙蓉花乙 醇提取物组	4.5	2.2	0.3	2	0

$$\text{自氧化速率} = \frac{A_{4\text{min}} - A_{1\text{min}}}{3} \quad (2)$$

式中: A<sub>4min</sub> 表示 4min 时的吸光度; A<sub>1min</sub> 表示 1min 时的吸光度。

加入邻苯三酚前, 加入系列质量浓度梯度样品溶液 (25~200mg/L), 每隔 15s 测一次吸光度, 然后作标准曲线确定直线斜率得出加入样品后的自氧化率(ΔA), O<sub>2</sub><sup>-</sup>清除率按式(3)计算。

$$\text{O}_2^{\cdot-}\text{清除率}/\% = \frac{\Delta A_0 - \Delta A}{\Delta A_0} \times 100 \quad (3)$$

式中: ΔA<sub>0</sub> 为邻苯三酚自氧化率; ΔA 为加样后邻苯三酚的自氧化率。

### 1.3.2.3 DPPH 自由基清除能力测定

参照文献[13], 将 2mL 系列质量浓度梯度样品溶液 (10~150mg/L) 与等量的 0.2mmol/L DPPH(乙醇溶解)溶液, 摇匀, 室温下避光放置 30min, 测定波长 517nm 处的吸光度(A<sub>s</sub>); 同时, 再测定 2.0mL DPPH 溶液与等量无水乙醇在波长 517nm 处的吸光度(A<sub>0</sub>); 2.0mL 样品溶液与等量无水乙醇混匀, 测定混合液在波长 517nm 处的吸光度(A<sub>c</sub>)。DPPH 自由基清除率(R)按式(4)计算。

$$R/\% = \left(1 - \frac{A_s - A_c}{A_0}\right) \times 100 \quad (4)$$

### 1.3.2.4 还原力测定<sup>[14]</sup>

2.0mL 不同质量浓度(25~300mg/L)的样品溶液, 加入 0.2mol/L pH6.8 的磷酸缓冲液 2.0mL, 1% 铁氰化钾 2.0mL, 50℃水浴 20min 后急速冷却, 加入 10% 三氯乙酸 2.0mL, 于 3000r/min 离心 10min, 取上清液 5.0mL, 加蒸馏水 4.0mL, 0.1% 三氯化铁 1.0mL, 混合后静置 10min, 然后于波长 700nm 处测定吸光度, 吸光度越大则还原力越强。

### 1.3.2.5 MTT 法测定菜芙蓉花提取物的抑瘤活性

取对数生长期的 HeLa 细胞以 5 × 10<sup>4</sup> 个/mL 浓度接种 96 孔培养板, 每孔 180 μL, 于 37℃、5% CO<sub>2</sub> 培养箱中培养。24h 后, 处理组各孔分别加入适宜质量浓度菜芙蓉花提取物 20 μL, 使总黄酮终质量浓度为 50~400 μg/mL, 每个质量浓度设 5 个复孔。未处理对照组每孔补充 20 μL 生理盐水。在 37℃、50mL/L CO<sub>2</sub> 条件下继续培养 36h。弃去培养液, 以无菌的 PBS 洗两次, 各孔再依次加入 180 μL 培养

基及 20 μL MTT (5g/L 用 PBS 配制, pH7.4)混匀, 继续培养 4h。弃去上清, 每孔加 DMSO 150 μL 避光振荡 10min, 使形成的蓝紫色甲瓚(formazan)结晶物充分溶解。用酶标仪于 570nm 波长处, 以不加细胞只加 MTT 孔作为空白对照, 测定各孔光吸光度。计算细胞存活率和细胞增殖抑制率<sup>[15]</sup>。绘制菜芙蓉花提取物总黄酮对 HeLa 细胞的生长抑制曲线。

$$\text{细胞存活率}/\% = \frac{A_{\text{实验组}}}{A_{\text{对照组}}} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{细胞增殖抑制率} = 1 - \text{细胞存活率} \quad (6)$$

### 1.3.2.6 数据分析

数据采用  $\bar{x} \pm s$ , 组间差异用 *t* 检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 菜芙蓉花提取物清除 ·OH 能力

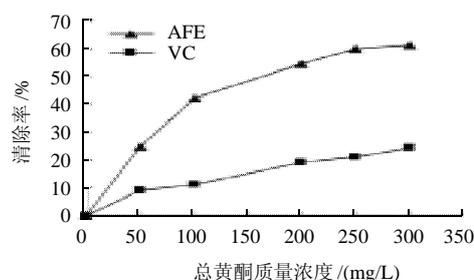


图1 菜芙蓉花提取物对 ·OH 的清除作用

Fig. 1 Scavenging activity of AFEE at various concentrations on hydroxyl free radicals

由图 1 可知, 菜芙蓉花提取物和 VC 对 ·OH 均有一定的清除能作用, 清除率随着样品总黄酮质量浓度的增加而增加, 且呈显著的剂量依赖关系。当菜芙蓉花总黄酮质量浓度为 50mg/L 时, 清除率为 24.80%, 而同一质量浓度 VC 的清除率仅为 8.84%。当 ·OH 的清除率达 50% 时所需总黄酮质量浓度为 170mg/L, 即 EC<sub>50</sub> 为 170mg/L, 而参照物 VC 在此质量浓度下对 ·OH 的清除率仅为 15% 左右, 由此可见菜芙蓉提取物对 ·OH 的清除效果明显优于 VC。

### 2.2 菜芙蓉花提取物清除 O<sub>2</sub><sup>-</sup>能力

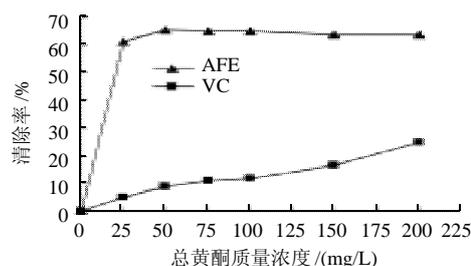


图2 菜芙蓉花提取物对 O<sub>2</sub><sup>-</sup>的清除作用

Fig.2 Scavenging activity of AFEE at various concentrations on superoxide anion free radicals

如图2所示, 菜芙蓉花提取物总黄酮含量低于 25mg/L 时, 随着质量浓度的增加对  $O_2^- \cdot$  抑制率迅速增强, 当黄酮质量浓度在 25~200mg/L 范围时清除能力持续平稳, 而 VC 在整个研究质量浓度范围内抑制能力始终处于缓慢上升的趋势。在实验研究的质量浓度范围内, 菜芙蓉花醇提物总黄酮对  $O_2^- \cdot$  的  $EC_{50}$  为 20mg/L, 而在同一质量浓度下对照物 VC 对  $O_2^- \cdot$  的清除率仅为 4.1%。与对照物 VC 清除  $O_2^- \cdot$  作用相比较, 菜芙蓉花提取物总黄酮对  $O_2^- \cdot$  有显著的清除效果。

2.3 清除 DPPH 自由基能力

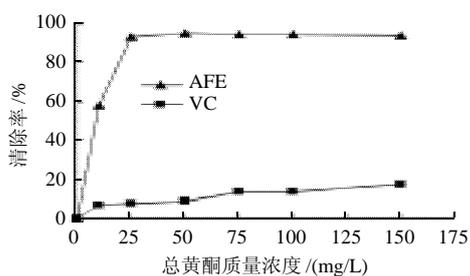


图3 菜芙蓉花提取物对 DPPH 自由基的清除作用

Fig.3 Scavenging activity of AFEE at various concentrations on DPPH free radicals

菜芙蓉花提取物清除 DPPH 自由基效果如图3所示, 菜芙蓉花提取物总黄酮质量浓度较低 (< 25mg/L) 时, 对 DPPH 自由基的清除能力增加迅速, 在质量浓度 25~150mg/L 范围内, 菜芙蓉花提取物对 DPPH 自由基的清除能力较平稳, 维持在 94% 左右, 这与文良娟等<sup>[16]</sup>报道的西番莲果皮醇提液对 DPPH 自由基清除作用趋势一致; 对照物 VC 则对 DPPH 自由基的清除能力随质量浓度的升高而缓慢上升。菜芙蓉花提取物对 DPPH 自由基的  $EC_{50}$  为 8.7mg/L, 而在同一质量浓度下对照物 VC 对 DPPH 自由基的清除率仅为 6.1%, 两者对 DPPH 自由基的清除率最高分别达 94.89% 和 17.24%。由此可见, 菜芙蓉花提取物对 DPPH 自由基具有很好的清除效果。

2.4 还原力测定结果

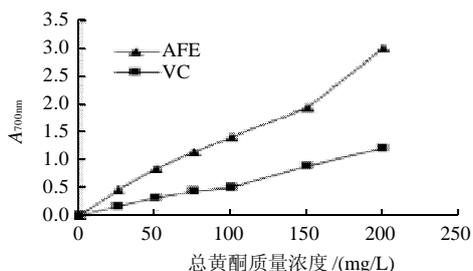


图4 菜芙蓉花提取物的还原力

Fig.4 Reducing power of AFEE

由图4可知, 还原力随菜芙蓉花提取物总黄酮及 VC 质量浓度的增加而升高, 且呈明显的量效关系。菜芙蓉花提取物的还原能力较同一质量浓度 VC 的高达两倍之多。当总黄酮质量浓度为 200mg/L 时菜芙蓉花提取物还原能力达到 3.01, 远远高于同等条件下 Amarowicz 等<sup>[14]</sup>所报道的熊果叶还原力 1.3。还原力的测定, 实质上是检测物质是否为良好的电子供应者的过程。还原力强的物质供应的电子可与自由基反应, 使自由基成为稳定的物质<sup>[17]</sup>。因此, 菜芙蓉花提取物作为电子供体具有较强的还原力。

2.5 菜芙蓉花提取物抑制 Hela 细胞增殖

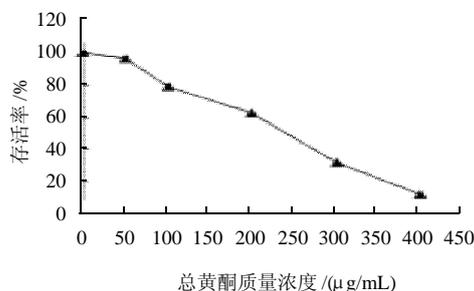


图5 菜芙蓉花提取物对 Hela 细胞生长抑制作用的剂量效应关系

Fig.5 Dose-response relationship of the growth inhibitory effect of AFEE on Hela cells

由图5可知, 随着菜芙蓉花提取物总黄酮质量浓度的升高(50~400 μg/mL), 其体外抑制 Hela 肿瘤细胞生长的能力越强, 剂量效应关系明显。质量浓度为 400 μg/mL 时 Hela 细胞的存活率已降至 12.46%。经计算, 菜芙蓉花提取物对 Hela 细胞生长抑制的  $IC_{50}$  约为 228 μg/mL。菜芙蓉花提取物抑制细胞曲线与柳嘉等<sup>[18]</sup>研究山楂黄酮提取物对癌细胞 Caco-2 生长抑制趋势相似, 其  $IC_{50}$  约为 376 μg/mL, 具有抑制癌细胞的作用。据此本实验中菜芙蓉花提取物对肿瘤细胞具有一定的抑制作用。

3 结论

3.1 菜芙蓉花乙醇提取物的抗氧化活性与清除自由基有关, 随着提取物中总黄酮质量浓度的增大, 其清除  $\cdot OH$ 、 $O_2^- \cdot$  及 DPPH 自由基的能力增强。菜芙蓉花提取物抗氧化活性与总黄酮质量浓度存在一定的量效关系, 其各对自由基的清除能力大小为: DPPH 自由基 >  $O_2^- \cdot$  >  $\cdot OH$ 。菜芙蓉花总黄酮提取物与对照 VC, 相比抗氧化活性较强, 还原力与菜芙蓉花提取物总黄酮质量浓度呈正比。菜芙蓉花提取物对人宫颈癌细胞 Hela

生长具有明显的抑制作用, 且与总黄酮质量浓度呈剂量效应, 其  $IC_{50}$  为  $228 \mu\text{g}/\text{mL}$ 。

下一步将对菜芙蓉花中其他成分如多酚、多糖等的抗氧化能力做进一步的研究, 并且对提取物中的总黄酮作进一步的分离、纯化、鉴定, 探讨总黄酮各组分总抗其他肿瘤细胞的作用, 以为揭示其抗氧化机理和可能的协同作用提供理论依据。

#### 参考文献:

- [1] WANG Zhiyuan, WANG Shaozhang. Natural nutritional supplementary food of *Abelmoschus manihot*(LINN.) Medius: China, WO/2009/052680 [P]. 2009-04-30.
- [2] 谭业华, 陈珍, 顾种宜. 中草药黄蜀葵的研究现状与展望[J]. 海南师范学院学报, 2006, 19(2): 165-167.
- [3] 王先荣, 王兆全, 李颖. 黄蜀葵的化学成分研究[J]. 植物学报, 1981, 23(3): 222-226.
- [4] VALENÃO P, FERNANDES E, CARVALHO F, et al. Antioxidative properties of cardoon (*Cynara cardunculus* L.) infusion against superoxide radical, hydroxyl radical, and hypochlorous acid[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50(17): 4989-4993.
- [5] PRAKASH D, UPADHYAY G, SINGH B N, et al. Antioxidant and free radical-scavenging activities of seeds and agri-wastes of some varieties of soybean (*Glycine max*) [J]. Food Chemistry, 2007, 104(2): 783-790.
- [6] ANAGNOSTOPOULOU M A, KEFALAS P, PAPAGEORGIOU V P, et al. Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel (*Citrus sinensis*)[J]. Food Chemistry, 2006, 94(1): 19-25.
- [7] 黄富远, 高明, 楼云雁. 黄酮类化合物的研究概况[J]. 中华中医药学刊, 2007, 25(8): 1730-1732.
- [8] 郝瑞霞, 周帅, 杨焱, 等. 不同来源的桑黄子实体醇提物中黄酮含量及生物活性的比较[J]. 食用菌学报, 2008, 15(2): 23-26.
- [9] 孔浩, 张继. 杏仁油及葡萄籽油清除自由基能力的研究[J]. 甘肃科技, 2008, 24(6): 19-21.
- [10] 胡华平, 韩雅莉, 张峰. 木瓜提取物抗氧化性质的初步研究[J]. 食品科学, 2008, 29(6): 645-648.
- [11] 文镜, 贺素华, 杨育颖, 等. 保健食品清除自由基作用的体外测定方法及原理[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 190-195.
- [12] 李彩霞, 焦扬, 张锐, 等. 甘青铁线莲花水提取物的抗氧化活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20(1): 134-137.
- [13] 王晶, 任发政. 桑树皮黄酮的超声波提取及体外抗氧化作用研究[J]. 食品科学, 2008, 29(4): 206-209.
- [14] 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.
- [15] 刘红英, 杨利丽, 潘智芳, 等. 银杏叶总黄酮对人肝癌 HepG2 细胞增殖的影响及其分子机理的研究[J]. 现代肿瘤医学, 2009, 17(6): 1032-1034.
- [16] 文良娟, 毛慧君, 张元春, 等. 西番莲果皮成分分析及其抗氧化活性的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(11): 54-58.
- [17] 曾军, 石国荣. 天然产物抗氧化活性的测定方法和原理[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(22): 35-36.
- [18] 柳嘉, POPOVICH D G, 景浩. 山楂黄酮提取物的抗氧化活性和对癌细胞生长抑制作用[J]. 食品科学, 2010, 31(3): 220-223.

## 《农业机械·粮油加工》杂志2012年征订启事(月刊)

《农业机械·粮油加工》(原《粮油加工》)是中国粮油学会油脂专业分会会刊。该刊为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、中国科学引文数据库来源期刊、中国学术期刊全文入编期刊、万方数据期刊数字化期刊群收录期刊等。

《农业机械·粮油加工》杂志将继续坚持“全面、领先、实用”的办刊宗旨, 奉行“立足粮油工业, 关注行业热点, 探求行业发展, 注重实用技术”的办刊理念。

《农业机械·粮油加工》杂志国内统一刊号: CN11-1875/S, 国际标准连续出版物号: ISSN 1000-9868, 广告经营许可证: 京朝工商广字第0004号。

《农业机械·粮油加工》杂志, 自办发行, 每月18日出版, 大16开本, 每期定价10.00元, 全年120.00元, 需订者可随时与杂志社联系订阅。

地址: (100083)北京德胜门外北沙滩1号16信箱《农业机械·粮油加工》杂志社

电话: (010)64882643 64882565

传真: (010)64882329 64870803

E-mail: cnlyjg@163.com

联系人: 赵克平