

# 荷叶提取液的性能探究

陈绮梦\*, 杨祖伟, 李 珍, 梁嘉敏

(汤臣倍健股份有限公司, 珠海 519040)

**摘要:** **目的** 对荷叶提取液的性能进行探究。**方法** 通过 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-trinitrophenylhydrazine, DPPH)清除自由基实验、抑菌实验和鸡胚绒毛尿囊膜实验对荷叶提取液的抗氧化性、抑菌性和低刺激性能进行探究。**结果** 荷叶提取液具有抗氧化的性能, 自由基清除率为 50%时所需荷叶提取液浓度为 0.00957 g/mL; 对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌的最小抑菌浓度为 0.2 g/mL, 对黑曲霉菌和绿脓杆菌的最小抑菌浓度为 0.5 g/mL, 对酵母菌的最小抑制浓度为 0.5 g/mL; 0.2 g/mL 以下浓度的荷叶提取液无刺激作用。**结论** 荷叶提取液具有抗氧化性、抑菌和低刺激性。

**关键词:** 荷叶提取液; 抗氧化性; 抑菌; 低刺激性

## Research on the performance of lotus leaf extract

CHEN Qi-Meng\*, YANG Zu-Wei, LI Zhen, LIANG Jia-Min

(By-Health Co., Ltd., Zhuhai 519040, China)

**ABSTRACT: Objective** To explore the performance of lotus leaf extract. **Methods** The antioxidant, antibacterial and low irritation properties of lotus leaf extract were explored by scavenging free radical, antibacterial experiment and chicken embryo chorioallantoic membrane experiment with DPPH(1,1-diphenyl-2-trinitrophenylhydrazine). **Results** The lotus leaf extract had antioxidant properties. Extracts of lotus leaf alkaloid with 0.00957 g/mL eliminates 50% free radical. The minimum inhibitory concentration of lotus leaf alkaloid against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* was 0.2 g/mL, against *Pseudomonas aeruginosa* and *Aspergillus niger* was 0.5 g/mL, and the minimum inhibitory concentration of yeast was 0.5 g/mL. Extract of lotus leaf alkaloid under 0.2 g/mL was not irritant. **Conclusion** The lotus leaf alkaloid extract has antioxidant, antibacterial and low irritation properties.

**KEY WORDS:** lotus leaf extract; antioxidant; antibacterial; low irritation

## 1 引言

荷叶又名莲花茎, 属于莲科多年生草本挺水植被, 是植物莲干燥叶片<sup>[1]</sup>, 古称芙蓉、菡萏。荷叶的种植有着 3000 多年的悠久历史, 在我国资源十分丰富且廉价。荷叶被列入第二批“既是食品又是药品的名单之一”<sup>[2]</sup>, 对人体心、肝、脾有调理作用, 味道苦甘, 平和。在药理上, 荷叶有抑菌、抗氧化和抗衰老<sup>[3]</sup>的作用。在临床上, 其降脂减肥<sup>[4]</sup>

和降低血压作用效果显著。

荷叶有多种化学成分, 含有碳水化合物、粗脂肪、粗蛋白、多种无机盐、生物碱类、黄酮类、有机酸类<sup>[5,6]</sup>和维生素类物质<sup>[7]</sup>, 具有去脂减肥<sup>[8]</sup>、降血压、抑菌<sup>[9]</sup>、抗氧化<sup>[10,11]</sup>等明显的功效。

目前, 通过大量文献和研究证明荷叶可以单独与其他中草药复配, 在药用、膳食和化学应用上都具有良好效果。荷叶作为功能型天然中药, 具有较强的抑菌性<sup>[12]</sup>、

\*通讯作者: 陈绮梦, 工程师, 主要研究方向为保健食品安全检测。E-mail: 3121435517@qq.com

\*Corresponding author: CHEN Qi-Meng, Engineer, By-Health Co., Ltd, No.19, Xinghan Road, Zhuhai District, Guangdong 517100, China. E-mail: 3121435517@qq.com

对自由基有明显清除效果<sup>[13]</sup>和低刺激性,随着人们对自然、安全和绿色的追求,广泛应用在保健品和化妆品中。因此荷叶是可持续开发的天然中草药植物资源,在药品和食品中的应用十分广泛<sup>[14]</sup>。本研究主要通过 DPPH(1,1-二苯基-2-三硝基苯肼)清除自由基实验、抑菌实验和鸡胚绒毛尿囊膜实验对荷叶提取物的抗氧化性、抑菌性和低刺激性能进行探究,以期拓展其在保健品和化妆品等领域的应用。

## 2 材料与amp;方法

### 2.1 试剂与仪器

1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-trinitrophenylhydrazine, DPPH)(分析纯,上海宝曼生物科技有限公司);氯化钠、无水乙醇(分析纯,天津市富宇精细化工有限公司);牛肉膏、蛋白胨(工业级,杭州百思生物技术有限公司);琼脂(工业级,广东环凯微生物有限公司);十二烷基磺酸钠(化妆品级,天津市福晨化学试剂厂);卡松(化妆品级,德国舒美有限公司);葡萄糖(分析纯,上海阿拉丁生化科技股份有限公司)。

LD2X-50KBS 高温灭菌锅(上海申安医疗器械厂);WZT-1M 细菌比浊仪(上海劲佳科学仪器有限公司);UV1000 紫外-可见光光度计(上海天美科学仪器有限公司);DZ47-63 恒温孵化箱(德州市运河经济开发区驿洲孵化设备厂)。

### 2.2 实验方法

#### 2.2.1 荷叶提取液的制备

采用晒干的荷叶,粉碎后过 18 目筛,称取液固比为 10:1(V:m)的 85%乙醇和荷叶粉末放入圆底烧瓶中,在温度 80 °C下,冷凝回流提取 2.75 h,真空抽滤得到药液,经减压旋转蒸发浓缩至 20 mL,制备成荷叶提取液备用。

#### 2.2.2 DPPH 清除自由基实验

1,1-二苯基-2-三硝基苯肼是 DPPH 的化学名称。DPPH 乙醇溶液为深紫色,其单电子与自由基清除剂配对而使紫色溶液颜色变浅,在最大吸收波长(517 nm),褪色程度与自由基清除程度成线性关系,可用清除率表征。通过清除率可评价荷叶提取液清除自由基的能力,即清除自由基的抑制率越大,其抗氧化能力越强。

##### 1)试剂配制

##### ①DPPH 自由基溶液的配制

准确称取 0.0039 g DPPH 加入 50%乙醇溶液超声助溶后定容至 50 mL 容量瓶中避光保存备用。

##### ②样品溶液的制备

用 50%乙醇将荷叶提取液稀释成 0.01、0.02、0.03、0.04、0.05 g/mL 不同浓度梯度的供试液备用。实验组  $A_i$  加入 2 mL DPPH 溶液和 2 mL 供试液;阳性对照组  $A_c$  加入

2 mL DPPH 溶液和 2 mL 溶剂;阴性对照组  $A_j$  加入 2 mL 供试液和 2 mL 溶剂。

##### 2)实验步骤

按照下表准确吸取  $A_c$ 、 $A_i$ 、 $A_j$  三组反应液于 25 mL 试管中(详见表 1):

表 1 DPPH 消除自由基实验  
Table 1 DPPH elimination free radical test

反应组	$V_{\text{DPPH}}/\text{mL}$	$V_{\text{供试液}}/\text{mL}$	$V_{\text{溶剂}}/\text{mL}$
$A_c$	2	0	2
$A_i$	2	2	0
$A_j$	0	2	2

混合后充分振摇,避光反应 20 min,置最大吸收波长(517 nm)处测定吸光度(A),平行测定 2 次,按下式计算 DPPH 自由基清除率 S:

$$S = \left(1 - \frac{A_i - A_j}{A_c}\right) \times 100\%$$

#### 2.2.3 抑菌实验

使用抑菌剂在营养培养基上使其扩散,形成多个浓度梯度,通过测量抑菌圈的大小来表征其抑菌效果。抑菌圈实验的主要方式有:Kirby-Bauer 法(以下简称 K-B 纸片扩散法)、稀释法和平板打孔法等。

K-B 纸片扩散法是将圆形滤纸片在药液中充分浸泡后,放入在表面菌液涂布均匀的固体培养基上,使药液通过滤纸在固体培养基扩散,测量抑菌圈大小的数据来体现其抑菌效果;稀释法<sup>[15]</sup>在琼脂培养基中加入多个浓度药液,观察细菌在不同培养基上的生成情况;打孔法是在加有菌液的固体培养基上打孔,通过孔洞把样品注入,是药液由孔壁扩散形成不同浓度的梯度。

快速生长的细菌和易氧菌适合使用 K-B 纸片扩散法进行表征,因此本研究采用 K-B 纸片扩散法探究荷叶提取液对金黄色葡萄球菌、绿脓杆菌、大肠杆菌、酵母菌和黑曲霉菌的抑菌作用。

##### (1)K-B 纸片扩散法

将充分浸泡药液的纸片贴在固体培养基上(将待测菌液涂布均匀),纸片中的药液吸取培养基的水分溶解后逐渐扩散,从而产生透明和明显的抑菌圈,实验通过测量抑菌圈大小表征荷叶提取液对受试菌液是否具有抑菌能力。

##### 1)试剂配制

##### ①样品抑菌片的制备

无菌蒸馏水将荷叶提取液的浓度稀释为 0.02、0.05、0.10、0.20、0.50 和 1.00 g/mL,取高压灭菌后滤纸片用不同浓度的荷叶提取液充分浸泡备用。

##### ②阴性对照样片的制备

取高压灭菌后滤纸片用无菌蒸馏水充分浸泡备用。

## ③阳性对照样片的制备

取高压灭菌后滤纸片用 0.5% 的卡松防腐剂充分浸泡备用。

## ④牛肉膏-蛋白胨固体培养基

蛋白胨 10.0 g, 牛肉膏 3.0 g, 氯化钠 5.0 g, 琼脂 12.0~15.0 g, 搅拌溶解, 用离子水定容到 1000 mL, 调节 pH 至 7.5 左右, 121 °C 高温灭菌 20 min 备用。

## ⑤PDA 固体培养基

取 200 g 去皮土豆切成小块, 加入去离子水到 1000 mL, 煮沸 20 min, 经纱布趁热过滤, 弃去滤渣, 补充去离子水到 1000 g, 加入 12.0~15.0 g 琼脂和 10 g 葡萄糖, 搅拌加热, 121 °C 高温灭菌 20 min 备用。

## ⑥菌悬液的制备

取金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和绿脓杆菌菌液接种至卵磷脂-吐温 80 营养琼脂斜面培养基中, 置于 37 °C 恒温培养箱中培养 2 d。取酵母菌和黑曲霉菌液适量接种至孟加拉红斜面培养基中, 置于 28 °C 恒温培养箱中培养 3 d。真菌悬液通过紫外-可见分光光度计、细菌悬液通过细菌比浊仪调配成浓度为  $5 \times 10^5 \sim 5 \times 10^6$  CFU/mL 的菌悬液备用。

## 2) 实验方法

牛肉膏-蛋白胨培养基用作培养金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和绿脓杆菌, PDA 培养基用作培养酵母菌和黑曲霉菌。取 0.1 mL 不同菌液接种在制备好的培养基上使用涂布器并涂布均匀, 将含有药液的纸片贴放到培养基中, 各滤纸片中心之间相距 2.5 cm。每个培养基均匀放置 3 张样品抑菌片, 以无菌蒸馏水作为阴性对照组, 以 0.5% 的卡松溶液作为阳性对照组。在 37 °C 恒温培养箱中培养 18 h 后, 卡尺测量抑菌圈的直径并记录数据。

## 3) 结果表示

①当抑菌圈直径  $> 7$  mm 为有抑菌效果, 抑菌圈直径  $\leq 7$  mm 为无抑菌效果;

②重复 3 次实验抑菌圈  $> 7$  mm 为及格。

## (2) 最低抑菌浓度实验

抑菌圈的大小与待测菌液对样品药液的敏感水平成负相关关系, 并与该样液对待测菌液的最低抑菌浓度 (minimum inhibitory concentration, MIC) 呈现反比关系, 当抑菌圈越大, 则 MIC 越小。本研究探究荷叶提取物对金黄色葡萄球菌、绿脓杆菌、大肠杆菌、酵母菌和黑曲霉菌的最低抑菌浓度。

## 1) 试剂配制

## ①牛肉膏-蛋白胨液体培养基

配制方式与 2.2.2 (1)K-B 纸片扩散法一致。

## ②PDA 液体培养基

配制方式与 2.2.2 (1)K-B 纸片扩散法一致。

## ③样品药液的配制

荷叶提取液用灭菌蒸馏水分别稀释浓度为 0.02、0.05、

0.10、0.20、0.50、1.00 g/mL 备用;

## 2) 实验方法

牛肉膏-蛋白胨培养基用作培养金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和绿脓杆菌, PDA 培养基用作培养酵母菌和黑曲霉菌。取 2.5 mL 不同稀释浓度的荷叶提取液加入到含 2.5 mL 液体培养基的试管中, 分别取 0.1 mL 5 种待测菌悬液的接种于含荷叶提取液的培养基的试管中, 作为样品药液组。以无菌蒸馏水作为阴性对照组, 以 0.5% 的卡松溶液作为阳性对照组, 纯培养基对照管进行对比。

## 3) 结果表示

将样品药液组、阳性对照管与阴性对照管进行视觉对比。阴性对照管呈现透明时为无菌生长, 记为“-”; 阳性对照管呈现浑浊时为有菌生长, 记为“+、++、+++”; 与样品药液组最大稀释度相对应的抑菌浓度最低的是样品对受试菌液的 MIC。

## 2.2.4 鸡胚绒毛尿囊膜实验

鸡胚绒毛尿囊膜 (chicken chorioallantoic membrane, CAM) 具有丰富血管、完整组织, 并且与眼结膜组织结构相似, 因此 CAM 测试化妆品的眼刺激性的方法逐渐代替了牛眼刺激实验。利用 CAM 血管系统, 将样品药液与尿囊膜后血管作用接触, 观察其血管损伤程度。计算刺激分值对受试药液的眼刺激性进行评价。这种方法简便、价格低廉和可重复<sup>[16]</sup>。因此, 本研究采用此方法对荷叶提取液进行体外眼刺激性评价。

参照 SN/T2329-2009《化妆品眼刺激性/腐蚀性的鸡胚绒毛尿囊膜试验》<sup>[17]</sup>, 本研究采用反应时间法, 即刺激评分 (stimulus score, IS) 法作为评分标准, 计算公式为式(1):

$$IS = (301 - SH) \times 5 \div 300 + (301 - SL) \times 7 \div 300 + (301 - SC) \times 9 \div 300 \quad (1)$$

式 1 中: SH—出血的起始时间; SL—血管融合的起始时间; SC—凝血的起始时间。

计算鸡胚绒毛尿囊膜的平均刺激积分, 根据表 2 所示对样品的眼刺激性进行评价。

表 2 反应时间法样品眼刺激性分级标准  
Table 2 Grading standards for eye irritation of samples based on reaction time method

刺激评分 (IS 值)	眼刺激性分级
$IS < 1$	无眼刺激性
$1 \leq IS < 5$	轻度刺激性
$5 \leq IS < 9$	中度刺激性
$\geq 9$	重度刺激性/腐蚀性

## 1) 试剂配制

## ①样品制备

荷叶提取液用去离子水稀释浓度为 0.02、0.05、0.10、

0.20、0.50 g/mL 浓度备用。

### ②0.9%生理盐制备

0.9 g 氯化钠于烧杯, 溶解后用去离子水定容到 100 mL 备用。

### ③阳性对照品制备

0.1 g 十二烷基磺酸钠于烧杯, 溶解后用去离子水定容到 100 mL 备用。

## 2) 实验步骤

①鸡胚放在孵化箱中气室端朝上。孵化箱温度为  $37.6\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为  $46\%\pm 1\%$ 。每小时向水平角度  $45\text{ }^{\circ}$  倾斜 1 次, 孵化箱自动换气, 孵化至用手电筒照有明显血管后用于实验。

②用带齿镊子剥去气室位置的蛋壳部分, 吸取适量 0.9%生理盐水湿润白色蛋膜后, 倒出溶液, 去除内膜暴露出血管。分别吸取 0.3 mL 不同浓度的荷叶提取液, 滴加在绒毛尿囊膜表面, 开动秒表, 记录并拍照 5 min 内开始出现出血、血管融合、凝血的时间。每个浓度设置 6 个平行实验组。

③在实验过程中分别记录鸡胚绒毛尿囊膜开始出现出血、血管融合、凝血的时间及照片, 根据式(1)计算各 IS 值, 由 IS 值参照表 2 的标准可以获得受试样品对眼的刺激程度。

## 3 结果与分析

### 3.1 荷叶提取液对自由基的影响

荷叶提取液具有清除自由基的作用, 并且随着荷叶

提取液浓度的增大, 抑制作用越强, 即抗氧化作用越强。图 1 是自由基抑制率-荷叶提取液浓度曲线图, 根据图 1 的曲线关系  $Y=975.9X+40.661$  求得半清除率为  $0.00957\text{ g/mL}$ , 即清除自由基率为 50% 时所需荷叶提取液的浓度为  $0.00957\text{ g/mL}$ 。

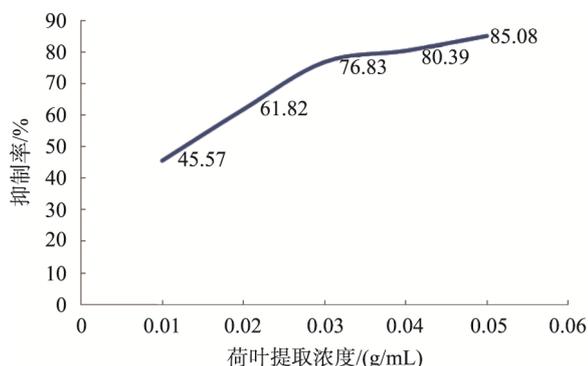


图 1 荷叶提取液对自由基的影响

Fig.1 Effect of lotus leaf alkaloid extract on free radicals

### 3.2 荷叶提取液对抑菌作用的影响

研究表明荷叶提取液具有抑菌作用。本研究测量不同浓度荷叶提取液对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、绿脓杆菌、酵母菌和黑曲霉产生的抑菌圈来显示荷叶提取液的抑菌效果, 并且通过 MIC 实验探究荷叶提取液对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、绿脓杆菌、酵母菌和黑曲霉的最低抑菌浓度。抑菌圈和 MIC 实验的数据记录和数据分析分别见表 3、4。

表 3 抑菌圈实验记录结果

Table 3 Results of inhibition zone experiment

实验组	药液浓度/(g/mL)	抑菌圈大小/mm				
		金黄色葡萄球菌	大肠杆菌	绿脓杆菌	黑曲霉菌	酵母菌
A1	0.02	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7
A2	0.05	> 7	> 7	> 7	> 7	> 7
A3	0.1	> 7	> 7	> 7	> 7	8.75
A4	0.2	7.25	7.40	> 7	> 7	9.80
A5	0.5	7.65	7.55	7.55	7.55	11.20
A6	1	8.25	8.00	8.10	8.55	11.75
卡松	0.5%	20.55	22.85	21.50	22.45	20.20

表 4 MIC 实验结果记录

Table 4 Record of MIC experiment results

实验组	药液浓度/(g/mL)	MIC 结果				
		金黄色葡萄球菌	大肠杆菌	绿脓杆菌	黑曲霉菌	酵母菌
A1	0.02	+++	+++	+++	+++	++
A2	0.05	++	++	++	++	+
A3	0.1	+	+	+	+	-
A4	0.2	-	-	+	+	-
A5	0.5	-	-	-	-	-
A6	1	-	-	-	-	-

结果如表 4 所示, 表明荷叶提取液对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌的最小抑菌浓度为 0.2 g/mL; 荷叶提取液对黑曲霉和绿脓杆菌的最小抑菌浓度为 0.5 g/mL; 荷叶提取液对酵母菌的最小抑制浓度为 0.5 g/mL。由此, 提示荷叶提取液在化妆品中的添加浓度为 0.5 g/mL 已能达到较好的抑菌效果。

### 3.3 荷叶提取液对鸡胚绒毛膜尿囊膜的刺激作用影响

根据所得的 *IS* 值以及实验过程所得图片, 进行分析、研究, 并对受试样品的眼刺激性做出评价如下表 5 和图 2、3 所示。

表 5 荷叶提取液的刺激作用  
Table 5 Stimulating effect of lotus leaf extract

荷叶提取物浓度/(g/mL)	SH/s	SL/s	SC/s	IS 值	刺激分类
0.02	0	0	0	0	无眼刺激
0.05	0	0	0	0	无眼刺激
0.10	0	0	0	0	无眼刺激
0.20	0	0	0	0	无眼刺激
0.50	30	0	0	4.52	轻度刺激
0.9%生理盐水	0	0	0	0	无眼刺激
0.1%十二烷基磺酸钠	4.2	114.0	0	9.31	重度刺激



图 2 加样品前的鸡胚绒毛膜尿囊膜  
Fig.2 CAM before adding samples

从荷叶提取液为 0.02~0.5 g/mL 的鸡胚绒毛膜尿囊膜血管实验结果分析得知, 荷叶提取液温和、刺激性小。其中, 荷叶提取液浓度为 0.2 g/mL 以下时, 表现为无刺激; 当浓度为 0.5 g/mL 时, 药液表现为轻度刺激。



图 3 加入 0.2 g/mL 样品后的鸡胚绒毛膜尿囊膜  
Fig.3 CAM after adding 0.2 g/mL sample

## 4 结 论

本研究通过 DPPH 清除自由基实验、抑菌实验和鸡胚绒毛膜尿囊膜实验对荷叶提取液的抗氧化性、抑菌性和低刺激性进行探究。通过实验数据证明荷叶提取液具有抗氧化性、抑菌和低刺激性, 因此荷叶是可持续发展的天然中草药植物资源, 在药品、食品和化妆品的应用将十分广泛。

### 参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.  
National Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China (Part One) [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2000.
- [2] 唐裕芳, 张妙玲, 刘忠义. 荷叶生物碱的提取及其抑菌活性研究[J]. 广州食品工业科技, 2004, (2): 51-52, 39.  
Tang YF, Zhang ML, Liu ZY. Extraction of alkaloids from lotus leaves and their antibacterial activity [J]. Guangzhou Food Ind Sci Technol, 2004, (2): 51-52, 39.
- [3] 陈海光, 曾庆孝. 荷叶功能成分的提取及其对自由基清除作用的研究[J]. 食品与发酵工业, 2001, 27(10): 34-38.  
Chen HG, Zeng QX. Study on the extraction of lotus leaf functional components and their scavenging effect on free radicals [J]. Food Ferment Ind, 2001, 27(10): 34-38.
- [4] 涂长春, 李晓宇. 荷叶生物总碱的减肥降脂作用实验研究[J]. 江西中医学院学报, 2001, 13(3): 120-121.  
Tu CC, Li XY. Experimental study on the weight loss and lipid-lowering effects of total alkaloids of lotus leaf [J]. J Jiangxi Univ Tradit Chin Med, 2001, 13(3): 120-121.
- [5] 凌和平, 王建荣, 李良俊, 等. 荷叶生物碱的研究进展[J]. 长江蔬菜, 2009, (16): 10-13.  
Ling HP, Wang JR, Li LJ, et al. Research progress of lotus leaf alkaloids [J]. Yangtze River Veg, 2009, (16): 10-13.
- [6] Zelenski SG. Flavonoid of *Nelumbo lutea*(wild) pers(*Nymphaeaceae*) [J]. Pharm Sci, 1977, 66(11): 1627-1628.
- [7] 黄雯. 荷叶抗菌消炎主要活性成分研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2010.

- Huang W. Research on the main active ingredients of lotus leaf antibacterial and anti-inflammatory [D]. Changsha: Central South University of Forestry and Technology, 2010.
- [8] 徐剑. 复方荷叶冲剂降脂作用研究[J]. 中成药, 1989, 1(11): 24-25.  
Xu J. Study on the lipid-lowering effect of compound lotus leaf granules [J]. Chin Patent Med, 1989, 1(11): 24-25.
- [9] 纪丽莲. 荷叶中抑菌成分的提取及其抑菌活性的研究[J]. 食品科学, 1999, (8): 64-66.  
Ji LL. Study on the extraction of antibacterial components from lotus leaves and their antibacterial activity [J]. Food Sci, 1999, (8): 64-66.
- [10] 纪历莲. 荷叶提取物抗氧化活性的研究[J]. 淮阴工学院学报, 2001, 10(1): 12-14.  
Ji LL. Study on the antioxidant activity of lotus leaf extract [J]. J Huaiyin Inst Technol, 2001, 10(1): 12-14.
- [11] 陈海光. 荷叶水提取物清除自由基的 ESR 研究[J]. 中草药, 2001, 32(8): 693-694.  
Chen HG. ESR study of lotus leaf water extract in scavenging free radicals [J]. Chin Herb Med, 2001, 32(8): 693-694.
- [12] 唐裕芳, 张妙玲, 刘忠义. 荷叶生物碱的提取及其抑菌活性研究[J]. 广州食品工业科技, 2004, 20(2): 51-53.  
Tang YF, Zhang ML, Liu ZY. Extraction of alkaloids from lotus leaves and their antibacterial activity [J]. Guangzhou Food Ind Sci Technol, 2004, 20(2): 51-53.
- [13] 肖桂青, 田云, 卢向阳. 荷叶总生物碱清除氧自由基作用的研究[J]. 化学与生物工程, 2011, 28(10): 35-38.  
Xiao GQ, Tian Y, Lu XY. Research on the scavenging effect of the total alkaloids of lotus leaf on oxygen free radicals [J]. Chem Bioeng, 2011, 28(10): 35-38.
- [14] Kunitomo J. Alkaloids of *Nelumbo nucifera* [J]. Phytochem, 1973, 12(9): 699-701.
- [15] 曾祥吉, 李东霞. 中药抑菌实验方法的研究[J]. 现代中西医结合杂志, 2011, 20(4): 518-520.  
Zeng XJ, Li DX. Research on antibacterial experimental methods of traditional Chinese medicine [J]. Mod J Int Tradit Chin West Med, 2011, 20(4): 518-520.
- [16] 陆泽安, 郑赛华, 吴越, 等. 鸡胚绒毛尿囊膜试验用于化妆品的体外眼刺激性评价[J]. 日用化学品科学, 2013, 36(9): 20-26.  
Lu ZA, Zheng SH, Wu Y, et al. Chicken embryo chorioallantoic membrane test for in vitro eye irritation evaluation of cosmetics [J]. Daily Chem Sci, 2013, 36(9): 20-26.
- [17] SN/T 2329-2009 化妆品眼刺激性/腐蚀性的鸡胚绒毛尿囊膜试验[S].  
SN/T 2329-2009 Chicken embryo chorioallantoic membrane test for cosmetic eye irritation/corrosion [S].

(责任编辑: 于梦娇)

### 作者简介



陈绮梦, 工程师, 主要研究方向为保健食品安全检测。  
E-mail: 3121435517@qq.com