

## 囊荷提取物抗氧化能力及抑菌作用

王玉荣<sup>1</sup>, 邢韶芳<sup>1</sup>, 李钟洙<sup>2</sup>, 朴美子<sup>3</sup>, 朴香兰<sup>1\*</sup>

(1. 中央民族大学中国少数民族传统医学研究院, 中国少数民族传统医学国家民委-教育部重点实验室, 北京 100081; 2. 北京燕化医院, 北京 102500;  
3. 青岛农业大学食品科学与工程学院, 山东 青岛 266109)

**[摘要]** 目的:以新鲜囊荷 *Zingiber mioga* 花蕾为原料,探讨囊荷花蕾不同提取部位的抗氧化作用,并筛选其有效抑菌部位。方法:囊荷花蕾用甲醇提取浓缩,依次萃取得到石油醚、二氯甲烷、乙酸乙酯、正丁醇和水等5个萃取部位后,采用1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)自由基清除模型评价不同萃取部位抗氧化能力,用打孔扩散法考察萃取部位对大肠埃希菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌和铜绿假单胞菌的体外抑菌活性。结果:加热回流法提取囊荷花蕾,提取率为3.1%,其中乙酸乙酯部位DPPH自由基清除能力最高,半数抑制率(IC<sub>50</sub>)达到(26.22 ± 1.12) mg·L<sup>-1</sup>,对铜绿假单胞菌的抑菌圈达到(10 ± 1) mm,石油醚部位抑菌活性最高,对金黄色葡萄球菌的最低抑菌浓度(MIC)最低,达到25.0 mg·L<sup>-1</sup>。结论:囊荷花蕾各部位均有一定的抗氧化能力,综合抑菌效果比较石油醚部位 > 二氯甲烷部位 > 乙酸乙酯部位 > 甲醇提取物,为囊荷花蕾抗氧化产品、抑菌剂的开发利用提供理论基础。

**[关键词]** 囊荷; 抗氧化活性; 抑菌能力

**[中图分类号]** R282 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2016)24-0059-05

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2016240059

**[网络出版地址]** <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20160929.0910.012.html>

**[网络出版时间]** 2016-09-29 9:10

### Antioxidant and Antimicrobial Activities of Components from *Zingiber mioga*

WANG Yu-rong<sup>1</sup>, XING Shao-fang<sup>1</sup>, LI Zhong-zhu<sup>2</sup>, PIAO Mei-zi<sup>3</sup>, PIAO Xiang-lan<sup>1\*</sup>

(1. Institute of Chinese Minority Traditional Medicine, Minzu University of China, Key Laboratory of Chinese Minority Traditional Medicine, State Ethnic Affairs Commission and Ministry of Education, Beijing 100081, China; 2. Beijing Yanhua hospital, Beijing 102500, China;  
3. College of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

**[Abstract]** **Objective:** To obtain the information about the antioxidant and antimicrobial activities of components from the fresh flower bud of *Zingiber mioga*. **Method:** The flower bud of *Z. mioga* was extracted and concentrated with methanol, and after extraction with petroleum ether, dichloromethane, ethyl acetate, *n*-butanol and water, the five fractions were evaluated for antioxidant activities by DPPH radical scavenging method and antibacterial activities on four strains (*Escherichia coli*, *Salmonella lignieres*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*) by agar disc diffusion method. **Result:** The extraction rate of *Z. mioga* flower bud was 3.1% in heating reflux method; the ethyl acetate extract showed the highest scavenging capacity on DPPH radical with IC<sub>50</sub> of (26.22 ± 1.12) mg·L<sup>-1</sup>, and its inhibition zone on *Pseudomonas aeruginosa* was (10 ± 1) mm; petroleum ether fraction showed highest antibacterial activities, with minimal inhibitory concentration (MIC) of

**[收稿日期]** 20151205(007)

**[基金项目]** 国家自然科学基金项目(81274186);教育部“长江学者和创新团队发展”计划项目(IRT-13R63)

**[第一作者]** 王玉荣,博士,从事天然药物化学研究,Tel: 010-68933254-805,E-mail: wy0707@yeah.net

**[通讯作者]** \* 朴香兰,博士,教授,从事天然药物化学研究,Tel: 010-68933254-805,E-mail: xlpiao@163.com

25.0 mg·L<sup>-1</sup> on *Staphylococcus aureus*. **Conclusion:** All of fractions of the methanol extract from *Z. mioga* flower bud showed antioxidant abilities. Their potency of antibacterial activity was as follows: petroleum ether fraction > dichloromethane fraction > ethyl acetate fraction > methanol extract, providing theoretical basis for the utilization and development of *Z. mioga* flower bud antioxidant and bacteriostatic products.

[Key words] *Zingiber mioga*; antioxidant; antibacterial

囊荷,别名山姜、阳霍,姜科,多年生草本植物,主要分布在我国的福建、湖南、广东、广西自治区等地,具有很高的食用及药用价值<sup>[1]</sup>。据《本草纲目》记载,其根、茎、叶、花皆可入药。囊荷花蕾具有强烈的芳香味,可作为咸菜和香料食用<sup>[2]</sup>。

在食品加工、运输、储存及销售过程中温度、湿度的改变,极易发生氧化变质和细菌污染导致的腐败变质,不仅造成巨大的经济损失,而且严重影响食品的安全性。大肠埃希菌栖居于人和动物肠道中,在机体免疫力降低等条件下可引起感染,导致腹泻、呕吐等。金黄色葡萄球菌是一类重要的人类致病菌,常发现于冷冻食品中<sup>[3]</sup>,可引起化脓感染、肺炎甚至败血症等,由金黄色葡萄球菌引起的感染占第二位,仅次于大肠埃希菌<sup>[4]</sup>。沙门氏菌属肠杆菌科,是一种常见的食源性致病菌,通过污染食物而引起人类食物中毒。铜绿假单胞菌又称绿脓杆菌,是一种常见的条件致病菌,在水、空气中广泛存在,常引起手术后伤口感染、褥疮等<sup>[5]</sup>。近年来,人们对食品安全问题关注度的持续升高,开发安全无毒、性能稳定的天然食品抗氧化剂和防腐剂成为研究的热点<sup>[6]</sup>。

姜属植物因其营养、医疗保健等功能,受到国内外学者的关注,姜属植物中具有一定生理活性物质的寻找与提取的研究十分活跃<sup>[7-8]</sup>。据报道,囊荷三氯甲烷提取物具有抗炎作用<sup>[9]</sup>,其水溶性多糖有一定的抗氧化活性<sup>[10]</sup>,囊荷磷酸缓冲盐提取物具有预防肥胖的效果<sup>[11]</sup>。Abe 等<sup>[12-13]</sup>研究发现囊荷花蕾乙酸乙酯提取物具有抗凝血和抗 5-脂肪氧合酶的作用,且不同变种囊荷的花蕾、根、茎及叶中的抑菌成分有很大差异,其中花蕾的抑菌效果最明显。但尚未见对囊荷花蕾不同极性部位抗氧化和抑菌能力的报道,因此本文以囊荷花蕾为原料,以 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)清除能力为抗氧化指标,以 4 种常见食品中致病菌为供试菌,研究了囊荷花蕾不同极性部位的抗氧化活性及其抑菌能力,为寻找有效、副作用少的抗氧化剂和防腐剂以及囊荷花蕾食用价值的开发提供依据。

## 1 材料

囊荷花蕾,2015 年 7 月购置于厦门农贸市场,

经中央民族大学朴香兰研究员鉴定为姜科植物囊荷 *Zingiber mioga* 的花蕾。标本存放于中央民族大学中国少数民族传统医学研究院民族药物物质基础研究所,标本号 ZM2015-1。

大肠埃希菌(*Escherichia coli* ATCC25922),金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus* ATCC27217),沙门氏菌(*Salmonella lignieres* ATCC14028),铜绿假单胞菌(*Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853)由青岛农业大学中韩食品生物技术研究所提供(批号分别为 110127,101203,110114,110219)。

DPPH(日本 Wako Pure Chemical Industries 公司,批号 1898664),青霉素(penicillin,美国 Sigma-Aldrich 公司,批号 0399),抗坏血酸(Vc,国药集团化学试剂有限公司,批号 20150817),LB 营养肉汤-琼脂粉(北京奥博星生物技术有限责任公司,批号分别为 02136,01023),其他试剂均为国产分析纯。

LDZM-60KCS 型立式压力蒸气灭菌器(上海申安医疗器械厂),Laborota 4000 Efficient 型旋转蒸发器(德国 Heidoph 公司),WH-2 微型旋涡混合仪(上海沪西分析仪器厂有限公司),Benchmark Plus 型酶标仪(美国 Bio-Rad 公司)。

## 2 方法

**2.1 囊荷花蕾有效成分的提取** 新鲜囊荷花蕾 8.0 kg,用 10 倍量甲醇加热回流提取 3 次,每次 3 h,合并 3 次提取液,减压浓缩至无甲醇味。将囊荷甲醇提取物加入适当蒸馏水混悬,依次用石油醚、乙酸乙酯、二氯甲烷、正丁醇萃取,分别萃取 3 次,对不同极性萃取部位减压浓缩,真空干燥。

**2.2 DPPH 自由基清除能力的测定** 精密称取 DPPH 1.89 mg 加入乙醇,定容至 40 mL,浓度为 120 μmol·L<sup>-1</sup> 避光冷存。取 Vc,配制成 1 g·L<sup>-1</sup> 的母液,按比例稀释得到 5 个不同质量浓度的 Vc 溶液,分别为 0.1, 0.05, 0.025, 0.01, 0.005 g·L<sup>-1</sup>,作为阳性组。

采用 DPPH 自由基清除模型<sup>[14]</sup>,评价囊荷甲醇提取物不同极性部位抗氧化能力。取 96 孔板,样品孔中加入乙醇溶解的不同浓度的样品溶液 100 μL,120 μmol·L<sup>-1</sup> DPPH 溶液 100 μL;阳性孔中加入

DPPH 溶液 100  $\mu\text{L}$ , 无水乙醇 100  $\mu\text{L}$ , 混匀, 室温避光静置反应 30 min, 于 517 nm 处测吸光度  $A$ 。按公式计算囊荷花蕾不同部位对 DPPH 自由基的清除能力, 用半数抑制率 ( $\text{IC}_{50}$ ) 表示抗氧化能力。

$$\text{DPPH 自由基清除率} = \frac{A_{\text{阳性组}} - A_{\text{样品组}}}{A_{\text{阳性组}}} \times 100\%$$

### 2.3 抑菌能力的评价

**2.3.1 菌悬液的制备** 将大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、假单胞菌活化后接种于 LB 营养肉汤培养基,  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $140\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$  培养 12 h, 得菌悬液, 调整菌浓度为 0.5 麦氏比浊标准 (约含菌株  $1 \times 10^8\text{ CFU}\cdot\text{mL}^{-1}$ )。

**2.3.2 抑菌活性测定** 囊荷花蕾不同极性部位抑菌活性的评价采用打孔扩散法<sup>[15]</sup>。向无菌培养皿中分别加入菌悬液 100  $\mu\text{L}$ , LB 营养琼脂培养基加热融化, 待温度降至  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 倒入培养皿, 与菌悬液充分混匀, 冷却凝固。用直径约 5 mm 打孔器于培养基上打孔, 在孔中分别加入待测样品 ( $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 20  $\mu\text{L}$ , 并用无水乙醇作为空白组, 青霉素 ( $800\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 作为阳性组。  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  培养 24 ~ 48 h, 观察、测量抑菌圈大小。

**2.3.3 最低抑菌浓度 (MIC) 的测定** 根据打孔扩散法的结果, 选择有抑菌效果的 4 个部位 (甲醇、乙酸乙酯、二氯甲烷、石油醚), 以青霉素 ( $200\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 作为阳性组, 进行最低抑菌浓度 (MIC) 的测定<sup>[16]</sup>。①取无菌 96 孔板, 向第一行的各孔中加入无菌 LB 营养肉汤 100  $\mu\text{L}$ 。②向第 1 孔加入已配制好的药液 100  $\mu\text{L}$ , 充分混匀, 做二倍递减稀释至第 10 孔, 从第 10 孔吸取 100  $\mu\text{L}$  混合液丢弃, 第 11, 12 孔不加药。③第 1 ~ 11 孔中加入菌悬液 100  $\mu\text{L}$ , 第 12 孔中加入无菌培养基 100  $\mu\text{L}$ , 混匀, 将 96 孔板置于  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  培养箱培养 24 h。为避免不同菌种之间相互污染, 每个 96 孔板测定一种菌株。

第 11 孔 (空白孔) 中有细菌生长 (培养基浑浊), 第 12 孔 (无菌 LB 肉汤) 中无细菌生长 (培养基透明), 第 1 ~ 10 孔 (试验组) 以肉眼观察无菌生长的最低浓度, 记为该部位对此菌种的 MIC。

**2.3.4 统计学分析** 每组试验重复 3 次, 试验结果以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间通过 SPSS 17.0 软件, 用方差分析方法对数据进行分析,  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 3 结果与讨论

**3.1 囊荷不同极性部位样品的制备** 新鲜囊荷花蕾 (8.0 kg) 用甲醇加热回流提取 3 次, 得甲醇提取

物 244.8 g, 得率为 3.1%。甲醇提取物用适量蒸馏水混悬, 依次用石油醚、二氯甲烷、乙酸乙酯、正丁醇萃取, 得到石油醚、二氯甲烷、乙酸乙酯、正丁醇和水萃取物 1.1, 34.5, 3.1, 31.5, 158.2 g, 得率分别约为 0.01%, 0.43%, 0.04%, 0.39% 和 1.98%。见图 1。

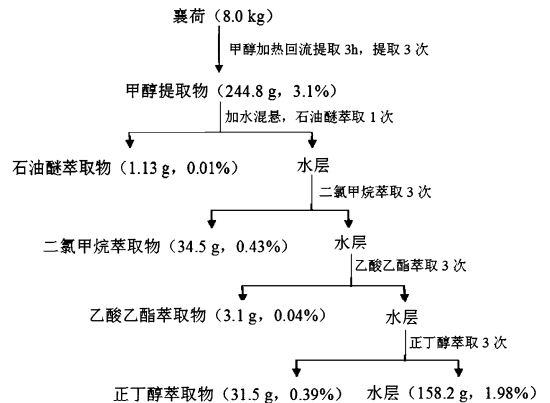


图 1 囊荷花蕾溶剂提取与萃取流程

Fig. 1 Scheme of solvent extraction and fractionation of *Zingiber mioga*

**3.2 囊荷不同极性部位的抗氧化能力** 以 DPPH 自由基清除率为评价指标, Vc 作为阳性对照, 测定囊荷不同极性部位抗氧化的能力。囊荷不同极性部位对 DPPH 自由基均有一定的清除能力, 其中, 乙酸乙酯部位清除 DPPH 的能力最高,  $\text{IC}_{50}$  达到  $26.22\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 极性最低的石油醚部位清除 DPPH 自由基的能力最低,  $\text{IC}_{50}$  为  $597.04\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。二氯甲烷部位、正丁醇部位、水层以及甲醇提取物对 DPPH 自由基的  $\text{IC}_{50}$  分别为 86.30, 76.91, 438.73, 269.74  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , 见表 1。Bilto 等<sup>[17]</sup> 通过间接人体内抗氧化实验发现, 与囊荷同属的生姜甲醇提取物可显著提高人体对氧化应激反应的抵抗能力, 并可抑制与氧化应激病理条件的形成, 为天然食品抗氧化剂及抗氧化食品的开发提供了依据。

表 1 囊荷各极性部位对 DPPH 自由基的清除能力 ( $\bar{x} \pm s, n = 3$ )

Table 1 DPPH radical scavenging activity from *Zingiber mioga* ( $\bar{x} \pm s, n = 3$ )

极性部位	$\text{IC}_{50}/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
抗坏血酸	$5.98 \pm 0.58$
甲醇提取物	$269.74 \pm 1.49$
水层	$438.73 \pm 1.27$
正丁醇层	$76.91 \pm 0.72$
乙酸乙酯层	$26.22 \pm 1.12$
二氯甲烷层	$86.30 \pm 1.28$
石油醚层	$597.04 \pm 1.38$

**3.3 囊荷花蕾的抑菌作用** 采用打孔扩散法测定囊荷花蕾甲醇提取物和各极性部位对大肠埃希菌、沙门氏菌、铜绿假单胞菌和金黄色葡萄球菌的抑菌作用,见图 2。囊荷花蕾甲醇提取物对金黄色葡萄球菌和沙门氏菌有较强抑菌作用,抑菌圈约为 10 mm,对铜绿假单胞菌和大肠埃希菌抑制作用较弱,产生的抑菌圈直径约为 8 mm。5 个极性部位中,极性较高的水和正丁醇部位对大肠埃希菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌及菌及铜绿假单胞菌均无明显抑制效果。石油醚部位对 4 种细菌的抑菌圈分别达到 11, 12, 10, 14 mm, 总体抑菌效果最强。二氯甲烷部位对上述 4 种细菌的抑菌圈大小分别为 9, 10, 9, 11 mm, 抑菌效果次之。乙酸乙酯部位对上述 4 种细菌的抑菌圈大小分别为 9, 9, 10, 9 mm, 效果不明显。3 个部位的抑菌效果为石油醚部位 > 二氯甲烷部位 > 乙酸乙酯部位, 见表 2。

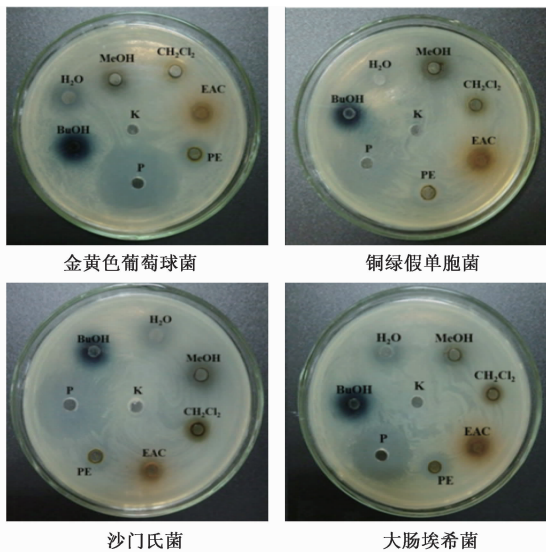


图 2 囊荷花蕾不同极性部位的抑菌能力  
Fig. 2 Antibacterial activities of different fractions from *Zingiber mioga*

采用 96 孔板微量稀释法,测定囊荷花蕾不同部位的 MIC, 结果见表 3。囊荷花蕾甲醇提取物对大肠埃希菌、沙门氏菌、铜绿假单胞菌和金黄色葡萄球菌的 MIC 分别为 1562.5, 195.3, 625.0, 125.0  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。囊荷花蕾有效抑菌部位乙酸乙酯、二氯甲烷和石油醚对大肠埃希菌的 MIC 分别为 781.3, 625.0, 195.3  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 对沙门氏菌的 MIC 分别为 75.0, 62.5, 30.0  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 对铜绿假单胞菌的 MIC 分别为 390.6, 312.5, 97.6  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 对金黄色葡萄球菌的 MIC 分别为 195.3, 75.0, 25.0  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。其中石油醚部位对革兰阳性菌(金黄色葡萄球菌)的杀菌作用最强,

表 2 囊荷不同极性部位的抑菌作用 ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

Table 2 Antibacterial activities of different fractions from *Zingiber mioga* ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

极性部位	大肠埃希菌	沙门氏菌	铜绿假单胞菌	金黄色葡萄球菌
青霉素	26 ± 0.6	34 ± 0.3	27 ± 1	31 ± 0.2
乙醇	5	5	5	5
甲醇提取物	8 ± 0.3	10 ± 1.0	8 ± 1	10 ± 0.3
水层	5	5	5	5
正丁醇层	5	5	5	5
乙酸乙酯层	9 ± 0.4	9 ± 0.3	10 ± 1	9 ± 1.0
二氯甲烷层	9 ± 0.3	10 ± 0.4	9 ± 1	11 ± 0.3
石油醚层	11 ± 0.1	12 ± 0.4	10 ± 0.3	14 ± 0.3

即在 25.0  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  时可基本抑制该菌株生长, 结果与打孔扩散法结果一致。

表 3 囊荷花蕾不同极性部位对供试菌的最小抑菌浓度

Table 3 MIC of different fractions from *Zingiber mioga*  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

极性部位	大肠埃希菌	沙门氏菌	铜绿假单胞菌	金黄色葡萄球菌
青霉素	6.3	1.6	7.5	3.1
甲醇提取物	1562.5	195.3	625.0	125.0
乙酸乙酯层	781.3	75.0	390.6	195.3
二氯甲烷层	625.0	62.5	312.5	75.0
石油醚层	195.3	30.0	97.6	25.0

#### 4 结论

囊荷在我国华南地区广泛分布, 价格低廉, 桂西民间将其称为囊荷笋, 作为一种可食用野菜, 深受壮族先民喜爱。据研究, 囊荷花蕾含有丰富的蛋白质、纤维、维生素以及铁、锌、硒等多种微量元素<sup>[18]</sup>。

目前, 人们生活水平不断提高, 同时, 食品安全日益紧张, 人们不仅开始关注食物的安全性, 也注重食物的保健功能。在食品工业中, 一般通过添加化学添加剂来控制食品氧化、抑制食源微生物的生长, 但是也带来了食品安全问题, 影响了人们的身体健康<sup>[19]</sup>。民族地区植物资源丰富, 具有独特的食用和药用价值。本实验选用资源丰富的囊荷花蕾为实验材料, 结果表明囊荷花蕾中不但含有抗氧化物质, 其乙酸乙酯、二氯甲烷和石油醚萃取部位对大肠埃希菌、沙门氏菌、铜绿假单胞菌、金黄色葡萄球菌均具有显著抑制作用。囊荷花蕾极性高的水层抗氧化能力中等, 抗菌作用不明显, 极性较低部位含有更多活性成分, 因此, 在囊荷的应用过程中考虑与脂溶性成分搭配将更为合理有效。囊荷花蕾中的生物活性

物质的成分有待进一步分析,旨在为解决引起广泛担忧的食品添加剂提供一个新的选择,为囊荷植物资源的合理开发利用提供理论基础。

[参考文献]

[1] 卜晓英,卜小庆,杨勇. 囊荷红色素分离纯化及喷雾干燥工艺优化[J]. 食品科学, 2014, 35(22): 104-108.

[2] 吴金平,丁自立,郭凤领,等. 我国囊荷资源开发利用现状[J]. 长江蔬菜, 2013(22): 10-12.

[3] 周臣清. 生猪肉中金黄色葡萄球菌的检测及耐药机制研究[D]. 广州:华南理工大学, 2014.

[4] Saadoun I, Jaradat Z W, Tayyar I A A, et al. Airborne methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the indoor environment of King Abdullah University Hospital, Jordan[J]. Indoor Built Environ, 2015, 24(3): 315-323.

[5] Nazli E, Zer Y, Eksi F. *In vitro* efficacy of various antibiotic combinations against *Pseudomonas aeruginosa* isolates[J]. J Int Med Res, 2015, 43(2): 217-225.

[6] 刁文睿. 公丁香油脂的体外抗氧化、抑菌活性及抑菌机理研究[D]. 临汾:山西师范大学, 2015.

[7] Kim H W, Murakami A, Abe M, et al. Suppressive effects of mioga ginger and ginger constituents on reactive oxygen and nitrogen species generation, and the expression of inducible pro-inflammatory genes in macrophages[J]. Jint Med Res, 2005, 7(11/12): 1621-1629.

[8] Zakaria Z A, Mohamad A S, Ahmad M S, et al. Preliminary analysis of the anti-inflammatory activity of essential oils of *Zingiber zerumbet*[J]. Biol Res Nurs, 2011, 13(4): 425-432.

[9] 李钟洙,张启国,李卫华,等. 囊荷氯仿提取物对人真皮微血管内皮细胞表面黏附分子的表达及淋巴细胞黏附作用的影响[J]. 中华皮肤科杂志, 2013, 46(10): 726-730.

[10] 谭志伟,余爱农. 茗荷水溶性多糖提取及抗氧化性

能测定[J]. 湖北农业科学, 2008, 47(2): 211-213.

[11] Iwashita K, Yamaki K, Tsushida T. Mioga (*Zingiber mioga* Rosc.) extract prevents 3T3-L1 differentiation into adipocytes and obesity in mice[J]. Food Sci Technol Res, 2001, 7(2): 164-170.

[12] Abe M, Ozawa Y, Uda Y, et al. A novel labdane-type trialdehyde from myoga (*Zingiber mioga* Roscoe) that potently inhibits human platelet aggregation and human 5-lipoxygenase[J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2006, 70(10): 2494-2500.

[13] Abe M, Ozawa Y, Uda Y, et al. Antimicrobial activities of diterpene dialdehydes, constituents from myoga (*Zingiber mioga* Roscoe), and their quantitative analysis[J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2004, 68(7): 1601-1604.

[14] 朴香兰,邓长芹,陈虎彪,等. 快速分析彝药桃树寄生抗氧化成分[J]. 食品科学, 2012, 33(1): 16-19.

[15] Rajana M, Prabhavathya A, Ramesh U. Natural deep eutectic solvent extraction media for *Zingiber officinale* Roscoe: the study of chemical compositions, antioxidants and antimicrobial activities[J]. Nat Prod J, 2015, 5(1): 1-11.

[16] Khan H, Khan M A, Abdullah H. Antibacterial, antioxidant and cytotoxic studies of total saponin, alkaloid and sterols contents of decoction of Joshanda: identification of components through thin layer chromatography[J]. Toxicol Ind Health, 2012, 31(3): 202-208.

[17] Bilito Y Y, Alabdallat N G. *Ex vivo* and *in vivo* antioxidant related effects of *Zingiber officinale* Roscoe (ginger) extracts in humans[J]. Eur J Med Plants, 2015, 7(2): 99-108.

[18] 黄珂,李祖仁. 桂西壮族常用野菜囊荷的民族植物学研究[J]. 安徽农学通报, 2013, 19(22): 55-57.

[19] 王常柱,武杰,高晓宇. 食品添加剂的历史、现实与未来[J]. 中国食品添加剂, 2014(1): 61-67.

[责任编辑 邹晓翠]