

# 南五味子根黄酮提取物的抗菌抗氧化活性

林雄平, 曾思颖, 彭彪, 韩君 (宁德师范学院生命科学学院, 福建宁德 352100)

**摘要** [目的]研究南五味子根黄酮提取物的抗菌抗氧化活性。[方法]采用乙醇和水为溶剂提取南五味子根的黄酮类物质, 并对其黄酮提取物进行抗菌及抗氧化试验。[结果]南五味子根醇提黄酮提取物提取率大于水提, 其中醇提法提取率为 13.67%, 水提法提取率为 7.80%。醇提黄酮提取物对黑曲霉的抑菌效果最好, 抑菌圈直径达到 12.94 mm。南五味子根的黄酮提取物具有抑制羟自由基的能力。醇提黄酮提取物的抑制羟自由基能力高于水提, 抑制羟自由基能力随着稀释倍数的增加呈递减趋势。其中稀释 100 倍醇提时所提取的黄酮类物质抑制能力最强, 达 13 560.78 U/mL。[结论]根部是贮存抗菌抗氧化活性物质的主要器官, 南五味子根具有较强的抗菌抗氧化活性。

**关键词** 南五味子; 黄酮提取物; 抗菌效果; 抗氧化活性

**中图分类号** S 789.3 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2019)04-0173-03

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.04.047



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Antibacterial and Antioxidant Activities of Flavonoids Extract from the Roots of *Kadsura longipedunculata*

LIN Xiong-ping, ZENG Si-ying, PENG Biao et al (College of Life Science, Ningde Normal University, Ningde, Fujian 352100)

**Abstract** [Objective] The research aimed to study the antibacterial and antioxidation activities of flavonoids extract from the roots of *Kadsura longipedunculata*. [Method] Ethanol and water were used as solvents to extract flavonoids from the roots of *Kadsura longipedunculata*, and antibacterial and antioxidant tests was made on flavonoids extracts. [Result] The extraction rate of crude flavonoids extract by alcohol extraction from the roots of *K. longipedunculata* was greater than that by water extraction. The extraction rate of crude flavonoids extract by alcohol extraction rate was 13.67% and that by water extraction rate was 7.80%. The flavonoids extract by alcohol extraction from the roots of *K. longipedunculata* had the best inhibitory effect on *Aspergillus niger*, and the diameter of inhibition zone reached 12.94 mm. The flavonoids extract from the roots of *K. longipedunculata* had the inhibitory effect on hydroxyl radicals. The inhibitory activity of flavonoids extract by alcohol extraction from the roots of *K. longipedunculata* on hydroxyl radicals was greater than that by water extraction, and the inhibitory activity on hydroxyl radicals showed the decreased trend with the dilution times. The inhibitory activity of flavonoids extract by diluting 100 times of alcohol with from the roots of *K. longipedunculata* on hydroxyl radicals was the strongest, reaching 13 560.78 U/mL. [Conclusion] The root is the main organ for the storage of antibacterial and antioxidative active substances. The root of *K. longipedunculata* had stronger antibacterial and antioxidant activities.

**Key words** *Kadsura longipedunculata*; Flavonoid extract; Antibacterial effect; Antioxidant activity

南五味子(*Kadsura longipedunculata* Finet et Gagnep.)为五味子科(Schisandraceae)南五味子属(*Kadsura Kaempferi* Juss.)植物, 主要分布于我国长江流域以南, 是一种地道的中药材。南五味子全草具有理气活血、活络祛风、止痛消肿的作用。药用部位为根部, 味涩, 性温, 具有消肿活血、通络祛风、止痛理气的功效<sup>[1]</sup>。

张明华等<sup>[2]</sup>研究发现五味子对肝脏有保护作用; Yang等<sup>[3]</sup>研究发现异型南五味子具有抗氧化作用; Xiao等<sup>[4]</sup>研究表明南五味子中含有许多种抗菌抗氧化的活性物质, 这些物质的极性较强, 可能是黄酮类、多酚类、多糖类等化合物。根据相似相溶的原理, 可以用乙醇将这些物质提取出来。南五味子药材资源丰富, 用药方便, 患者口服就能达到药效, 毒性小, 疗程短, 制成一定药剂用于临床, 对溃疡病、胃肠炎、中暑、腹痛和关节炎等疾病有较好的疗效。现代研究表明, 南五味子具有抗氧化、血小板活化因子拮抗活性<sup>[5]</sup>。南五味子是我国重要的药用植物资源之一, 被卫生部列为可用于保健食品的物质<sup>[6]</sup>。

近年来, 人工合成的具有毒性、天然可食用、低成本、高效率的抗菌抗氧化物质研究越来越受到人们的重视。南五味子的研究与利用主要集中在药理作用、药用成分及栽培技术方面<sup>[7]</sup>。有关南五味子提取物的抗氧化和抑菌作用研究报道较少。

随着国家经济的发展, 人们的生活水平也越来越高, 人们开始关注健康。常用的食品防腐剂和抗氧化剂大多数为化工产品, 如苯甲酸、山梨酸、丙酸和对羟基苯甲酸等及其盐与酯类<sup>[8]</sup>。由于化学防腐剂和抗氧化剂可能存在某些安全隐患, 所以各国都十分重视天然食品防腐剂和抗氧化剂的研究与开发, 有关植物提取物的抑菌防腐和抗氧化作用已成为当今食品研究的一个热点问题。笔者以南五味子根的黄酮提取物为试验材料, 以大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、啤酒酵母、黑曲霉菌等食品腐败细菌为供试菌, 研究南五味子根黄酮提取物的体外抑菌活性和抗氧化性, 以期开发新的天然食品防腐剂和抗氧化剂提供资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

**1.1.1 试验材料。**南五味子的根采自福建省宁德市屏南县安溪村。

**1.1.2 受试菌种。**真菌菌种包括黑曲霉[*Aspergillus niger* Tiegh], 啤酒酵母(*Saccharomyces carlsbergensis* Han-sen); 细菌菌种包括金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus* Rosen-

**基金项目** 宁德师范学院科研发展基金项目(2016FZ22); 宁德师范学院青年专项项目(2016Q50); 福建省大学生创新创业训练计划项目(201710398040); 福建省教育厅中青年骨干教师教育科研项目(JAT170657)。

**作者简介** 林雄平(1979—), 男, 福建寿宁人, 副教授, 硕士, 从事植物资源开发与利用研究。

**收稿日期** 2018-09-14; 修回日期 2018-09-25

bach)、大肠杆菌 [*Escherichia coli* (Migula) Casleillni and Chalmers]、枯草芽孢杆菌 [*Bacillus subtilis* (Ehren-berg) Cohn]。

## 1.2 方法

**1.2.1 材料的处理。**将南五味子的根淘洗干净并晾干,置于恒温干燥箱 45 ℃ 下烘干,用粉碎机粉碎,过 60 目筛,制成南五味子干粉,备用。

**1.2.2 南五味子根黄酮活性物质的提取。**

**1.2.2.1 采用水提法提取黄酮类物质。**称取南五味子根干粉 15 g 置于蒸馏瓶中,按照料液比 1:10 加入蒸馏水浸提,在 60 ℃ 水浴锅中加热提取 24 h,过滤,相同方法提取 2 次,合并提取液,得到的提取液在 60 ℃ 水浴条件下将其蒸干至恒重,得到总黄酮并称重。

**1.2.2.2 采用乙醇提取法提取黄酮类物质。**称取南五味子根干粉 15 g 置于锥形瓶中,用 200 mL 石油醚浸提 2 次,5 h/次,脱脂。将滤渣 60 ℃ 烘干至恒重备用,在料液比 1:20、80 ℃ 提取温度的条件下,用 70 % 乙醇浸提 2 次,3 h/次,合并滤液。经抽滤,得到南五味子根的黄酮粗提液。将粗提液转入大烧杯中,在 80 ℃ 水浴条件下将其蒸干至恒重,得到总黄酮并称重。

**1.2.3 南五味子根黄酮提取物的抗菌活性测定。**

**1.2.3.1 培养基的配制。**将马铃薯葡萄糖琼脂培养基和牛肉蛋白胨培养基、无菌水、盛有水并编号的 10 支试管等置于手提式压力蒸汽灭菌器中 121 ℃,分别灭菌 20 min,80 ℃ 恒温箱中干燥。将接种环、培养皿、无菌水等置于无菌操作台上,紫外灭菌 30 min 以上,打开风机运转 10 min。

**1.2.3.2 细菌悬液的制备。**无菌操作下,将培养基倒入培养皿中,每皿 20~25 mL 左右,静置冷却制成平板置于一旁备用。将滤纸片放入提取液中浸透,用镊子夹出放在备好的培养皿中晾干备用。用接种环粘取菌种加入第一支  $10^1$  倍稀释的 10 mL 试管中,振荡并摇匀,使菌液与水充分混匀。从  $10^1$  倍稀释的试管中吸取 1 mL 稀释液,注入  $10^2$  倍稀释的 9 mL 试管中,混匀。以此类推,直到完成最后一支试管的稀释。

**1.2.3.3 涂布法涂皿并培养。**吸取少量菌液(不超过 0.1 mL)滴加到培养基表面,将蘸有少量乙醇的涂布器在火焰上引燃,待乙醇燃尽后冷却 8~10 s,用涂布器将菌液均匀地涂布在培养基表面,涂布时转动培养皿,使菌液分布均匀,并做好标签。待培养基冷却凝固后,在平板表面的 4 个位置等距离贴上蘸有样品(样品浓度为 0.1 g/mL)的滤纸片、阳性对照(山梨酸钾)和空白对照的滤纸片,设 3 个重复组。

在 37 ℃ 培养箱中放置金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、大肠杆菌培养基倒置培养 18 h;在 28 ℃ 培养箱中放置啤酒酵母、黑曲霉培养基倒置培养 48 h,此后观察各分离组分的菌种生长状况,测定抑菌圈直径,取平均值。

**1.2.4 南五味子根黄酮提取物的抗氧化活性测定。**按照羟自由基测定试剂盒说明书,最常见的产生羟自由基的化学反应为 Fenton 反应, $H_2O_2$  的量与 Fenton 反应产生的  $\cdot OH$  量

成正比,当给予电子受体后,用 Griess 试剂显色,形成红色物质,其呈色与  $\cdot OH$  的量成正比。

将不同溶剂提取的南五味子根的黄酮类物质分别配制成 10 mg/mL 溶液,分别取 0.2 mL 进行试验,具体操作步骤按照羟自由基测定试剂盒说明书进行操作。

先进行各种应用液的配制,将配制好的应用液,先在 37 ℃ 水浴中预温 3 min,每个管加液时都要在 37 ℃ 条件下进行。试验设置空白管、标准管、对照管及测定管,空白管加入 0.4 mL 蒸馏水,标准管加入 0.2 mL 蒸馏水和 0.2 mL 0.03%  $H_2O_2$  标准应用液,对照管加入 0.2 mL 蒸馏水和 0.2 mL 底物应用液,测定管加入 0.2 mL 底物应用液和 0.2 mL 的待测样本,最后各管均加入 0.4 mL Fenton 试剂及 2 mL 显色剂。

一次只能做一个管,加完试剂混匀,从加完 Fenton 试剂开始要准确用秒表计时,要在 37 ℃ 下反应 1 min,结束后要立即加入显色剂终止反应;混匀,室温放置 20 min,波长 550 nm,1 cm 光径,用蒸馏水调零,测定各管的吸光度值。对提取黄酮的抗氧化活性测定均重复 3 次,并进行差异显著性分析。

按以下公式计算抑制羟自由基能力:

$$\text{抑制羟自由基能力 (U/mL)} = \frac{\text{对照 OD 值} - \text{测定 OD 值}}{\text{标准 OD 值} - \text{空白 OD 值}} \times \frac{\text{标准品浓度} \times \frac{1 \text{ mL}}{\text{取样量}} \times \text{样}}{\text{本测试前稀释倍数}}$$

式中,标准品浓度为 8.824 mmol/L。

## 2 结果与分析

**2.1 南五味子根黄酮提取物的提取率** 试验表明,醇提南五味子根的黄酮粗提物提取率大于水提,其中醇提法提取率为 13.67%,水提物提取率为 7.80%。由此可见,醇提法提取的黄酮得率较高,可能原因是水和乙醇都属于极性溶剂,极性物质易溶解于极性溶剂,水的极性大于乙醇,相对于水而言,粗黄酮提取物的活性成分易溶于乙醇,而水提取法由于水的极性较高,只能浸提出溶于水的黄酮类物质,对于不溶于水或极性较低的黄酮类物质则无法提取出来。因此,若要采用水提法提取黄酮类物质,可根据相似相容原理,采用有效方法增加水提取法中溶于水或极性较高的黄酮类物质的提取。

2 种溶剂所提取的黄酮类物质的提取率普遍不高,可能是由于受温度、液料比、浸提次数、浸提时间等因素的影响所致。

**2.2 南五味子根黄酮提取物的抗菌活性** 由表 1 可知,不同溶剂提取的南五味子根黄酮类物质对真菌有抑菌效果。试验所用的阳性对照组(山梨酸钾)除了对枯草芽孢杆菌没有抑制效果外,对其他菌种都有抑制效果。水提黄酮提取物的抑菌效果均低于醇提。

比较不同溶剂黄酮提取物对受试菌种的抗菌活性,发现醇提南五味子根黄酮类物质的抑菌能力大于水提。水提法对 2 种细菌、2 种真菌有抑制效果,且对黑曲霉的抑制效果最好,抑菌圈直径为 11.30 mm。醇提法提取的南五味子根黄酮提取物对 2 种细菌、2 种真菌有抑制效果,与水提法黄酮提取

物的抑菌效果一致,同时其对黑曲霉的抑制效果最好,抑菌圈直径达到12.94 mm。南五味子根的水提和醇提黄酮提取物对黑曲霉的抑菌效果以及醇提黄酮提取物对大肠杆菌的

抑菌效果均强于阳性对照。阳性对照组为市面上常见的抑菌产品山梨酸钾,除了对枯草芽孢杆菌没有抑菌效果外,对其他菌种都有明显的抑菌效果。

表 1 南五味子根黄酮提取物对细菌和真菌的抑菌圈直径测定

| Table 1 The inhibitory zone determination of flavonoids extract from the roots of <i>K.longipedunculata</i> on bacteria and fungi mm |                                         |                                 |                                    |                                 |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
| 处理<br>Treatment                                                                                                                      | 受试菌种 Test bacteria                      |                                 |                                    |                                 |                                         |
|                                                                                                                                      | 金黄色葡萄球菌<br><i>Staphylococcus aureus</i> | 大肠杆菌<br><i>Escherichia coli</i> | 枯草芽孢杆菌<br><i>Bacillus subtilis</i> | 黑曲霉<br><i>Aspergillus niger</i> | 啤酒酵母<br><i>Saccharomyces cerevisiae</i> |
| 水提 Water extraction                                                                                                                  | 8.02                                    | 8.58                            | —                                  | 11.30                           | 7.52                                    |
| 醇提 Alcohol extraction                                                                                                                | 9.21                                    | 9.68                            | —                                  | 12.94                           | 9.29                                    |
| 阳性对照 Positive control                                                                                                                | 12.99                                   | 8.93                            | —                                  | 9.05                            | 9.12                                    |
| 空白 Blank                                                                                                                             | —                                       | —                               | —                                  | —                               | —                                       |

注:“—”表示无抑菌圈  
Note:— stands for no inhibition zone

通过对 5 种受试菌的敏感度分析发现,除枯草芽孢杆菌外,其他 4 种受试菌对南五味子根黄酮提取物较为敏感,其中对黑曲霉最为敏感。

比较真菌与细菌的抑菌圈直径大小发现,不同溶剂提取的南五味子根黄酮类物质对真菌和细菌的抑菌效果强弱不一,不能具体分出。

**2.3 南五味子根黄酮提取物的抗氧化活性** 设置 2 个重复组,计算平均值,南五味子根的黄酮提取物具有抑制羟自由基能力。不同溶剂提取的南五味子根黄酮类物质的抗氧化能力不同,醇提黄酮提取物的抑制羟自由基能力强于水提。稀释 200 倍水提黄酮提取物的抗氧化能力为 6 505.32 U/mL,醇提黄酮提取物的抗氧化能力为 6 585.6U/mL;稀释 150 倍水提黄酮提取物的抗氧化能力为 9 727.93 U/mL,醇提黄酮提取物的抗氧化能力为 10 341.57 U/mL;稀释 100 倍的水提黄酮提取物的抗氧化能力为 12 860.4 U/mL,醇提黄酮提取物的抗氧化能力为 13 560.78 U/mL。由此可见,抑制羟自由基能力随着稀释倍数的增加呈递减趋势,其中稀释 100 倍的醇提黄酮类物质的抑制羟自由基能力最强,高达 13 560.78 U/mL(图 1)。

的抑制羟自由基能力小于 150 倍、100 倍的黄酮提取物,可见稀释倍数越高,南五味子根黄酮提取物的抗氧化能力越弱。这说明当采用稀释倍数低的醇提法时提取的南五味子根黄酮提取物的抗氧化能力更强。

3 讨论

通过测定不同溶剂提取南五味子根黄酮提取物的提取率发现,醇提黄酮提取物的提取率大于水提。据文献[9]报道,南五味子果实的乙醇提取率大于水提取率。该试验进一步研究不同溶剂南五味子根黄酮提取物的提取率,发现醇提黄酮提取物的提取率大于水提。

抗菌试验结果表明,不同溶剂提取的南五味子根黄酮类物质对真菌有抑菌效果,且醇提黄酮提取物的抑菌能力大于阳性对照及水提黄酮提取物。林雄平等<sup>[10]</sup>报道南五味子果实有抑菌效果,不同溶剂提取的南五味子根黄酮类物质对枯草杆菌无抑菌效果,但对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、黑曲霉和啤酒酵母均有抑菌作用,且不同溶剂提取的五味子根黄酮类物质对真菌的抑制效果强于果实。刘丽等<sup>[9]</sup>研究表明,醇提南五味子根黄酮类物质的抑菌效果高于水提,且均有抑菌效果。这说明南五味子根的抑菌活性物质存在于黄酮类物质中,因此可有效利用南五味子根的黄酮类物质作为现代食品行业的天然防腐剂。

抗氧化试验结果表明,南五味子根的黄酮提取物具有抑制羟自由基能力。不同溶剂提取的南五味子根黄酮类物质的抗氧化能力不同,水提黄酮类物质的抑制羟自由基能力低于醇提,稀释 100 倍黄酮提取物的抑制羟自由基能力大于稀释 150 倍、200 倍的黄酮提取物。据报道,南五味子果实中的活性物质也具有抑制羟自由基能力,清除羟自由基能力达 4 011.48 U/mL<sup>[10]</sup>。该试验结果发现,不同溶剂提取的南五味子根黄酮类物质的抗氧化能力强于果实,说明从抗氧化能力的角度来看,水提、醇提法所提取的南五味子根所含的抗氧化活性物质更多,稀释倍数越低,抗氧化能力也越强。南五味子既可作为野生水果,也可作为药材,以茎、根入药,说明南五味子根的药用价值很高,其根中所含的黄酮类物质还可作为天然防腐剂和抗氧化剂,为人类的食品安全和抗衰老方面做出贡献。

目前对南五味子的抗菌抗氧化研究较多,但深入研究南  
(下转第 180 页)

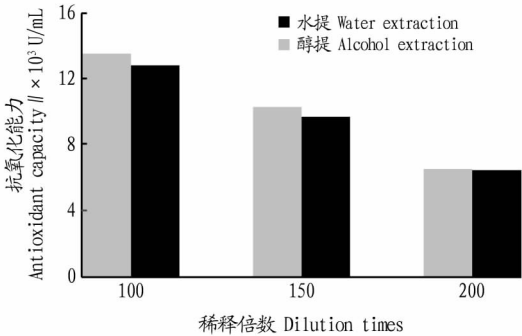


图 1 南五味子根黄酮提取物的抗氧化能力

Fig.1 Antioxidant capacity of flavonoids extract from the roots of *K.longipedunculata*

该试验结果表明,水提和醇提黄酮类物质的抑制羟自由基能力相差不大,可见不同溶剂对南五味子根黄酮提取物的抗氧化能力影响不大,但水提黄酮类物质的抑制羟自由基能力略低于醇提法,原因是水提法只能浸提出溶于水的黄酮类物质,对于不溶于水或极性较低的黄酮类物质不能提取出来,所以其抑制羟自由基能力稍弱。稀释 200 倍黄酮提取物

离纯化。

大孔树脂是目前工业上富集、纯化黄酮和皂苷类最为常用的高分子化合物<sup>[10-12]</sup>。该试验选择 5 种不同型号与类型的大孔树脂,通过静态吸附-解吸试验,利用紫外的 NaNO<sub>2</sub> 法对药桑中黄酮含量进行测定,比较确定 AB-8 型大孔树脂作为纯化药桑总黄酮的最优树脂。进一步通过因素考察确定了最佳纯化工艺:药液浓度约为 0.208 mg/mL、pH 为 4、上样液流速 1.5 mL/min,再用 70%乙醇溶液 40 mL 进行洗脱,非常适用于药桑总黄酮的工业化制备。

该试验考虑仅仅以紫外法作为总黄酮含量的测定方法不够准确,因为药桑总黄酮中的主要成分除了芦丁外,还含有绿原酸、槲皮素、白藜芦醇、桑色素等<sup>[13-14]</sup>,传统的紫外方法只以芦丁为标准进行测定,方法并不能直接体现出活性成分的含量变化,HPLC 法可以对黄酮类中的具体物质进行准确地定量测定,因此试验进一步利用 HPLC 法确定药桑中含有绿原酸、芦丁、槲皮素,并定量得到纯化后药桑提取物中绿原酸、芦丁、槲皮素的含量分别为 1.36、2.54、0.01 μg/mg。方法学验证证明可以用此方法对黄酮类物质进行质量监控,从而得到纯度和含量均较高的黄酮物质。

参考文献

[1] 傅大煦.新疆桑属植物种质资源与药效成分研究进展[D].上海:复旦大

(上接第 175 页)

五味子根的抗菌抗氧化活性较少。笔者研究了不同溶剂对南五味子根黄酮提取物抗菌抗氧化活性的影响,后续可进一步研究不同因素对南五味子根抗菌抗氧化活性的影响。南五味子可作为天然抗氧化剂进行研究开发,南五味子根的黄酮提取物可作为天然抗菌和抗氧化的食品添加剂添加到食品中,在安全性、抗氧化性等方面效果好于抗氧化剂。

参考文献

[1] 陈佳宝,刘佳宝,崔保松,等.南五味子根的化学成分研究[J].中草药,2015,46(2):178-183.  
[2] 张明华,陈虹,李灵芝,等.五味子甲素和五味子醇甲对四氯化碳所致肝脏损伤的保护作用[J].武警医学,2002,13(7):395-396.  
[3] YANG X W,HATTORI M,NAMBA T,et al.Anti-lipid peroxidative effect

学,2004.  
[2] 陆承志.药桑[J].中国果菜,2006(1):47-48.  
[3] 蒋昊,徐立,刘峻池,等.药桑的生物活性成分及药理作用研究进展[J].蚕业科学,2011,37(1):98-104.  
[4] 王娜,范作卿,朱琳,等.桑椹的化学成分及应用研究进展[J].现代农业科技,2017(9):261-263,266.  
[5] 孙乐,张小东,郭迎迎.桑葚的化学成分和药理作用研究进展[J].人参研究,2016,28(2):49-54.  
[6] 杜申道,胡尔西丹·依麻木,朱卫敏,等.HPLC 法同时测定新疆桑枝中五种活性成分的含量[J].化学研究与应用,2017,29(8):1238-1244.  
[7] 邢小莉,杨玲.新疆药桑桑皮总黄酮提取工艺的优化[J].中国酿造,2013,32(1):57-60.  
[8] 苏比努尔·巴克,太力艾提·吐尔洪,曾梦莹,等.基于网络药理学的桑椹多组分协同防治糖尿病的作用机制研究[J].中国新药杂志,2018,27(23):2805-2811.  
[9] 陈虎,蒲俊松,向仲怀,等.药桑总黄酮的提取工艺及其抗氧化活性分析[J].食品科学,2014,35(12):7-12.  
[10] 栗敏,汤婷,唐玮蔚,等.大孔树脂富集纯化黄蜀葵花总黄酮的工艺研究[J].中药材,2017,40(6):1402-1405.  
[11] 荆常亮.紫花苜蓿总黄酮的提取、纯化及其抗氧化活性研究[D].北京:中国农业科学院,2016.  
[12] 邱佳俊.雪菊总黄酮的制备及其抗氧化活性研究[D].苏州:苏州大学,2015.  
[13] 杨梅,李新霞,热娜·卡斯木,等.HPLC 双波长法同时测定药桑中芦丁、异虎皮苷、槲皮素和绿原酸的含量[J].西北药学杂志,2013,28(2):111-113.  
[14] 买买提依明,刘念,印玉萍,等.新疆药桑果酒营养成分分析与保健作用探讨[J].酿酒科技,2007(8):40-41,44.

of an extract of the stems of *Kadsura heteroclita* and its major constituent, kadsurin, in mice[J].Chem Pharm Bull,1992,40(2):406-409.  
[4] XIAO W L,YANG L M,LI L M,et al.Sphenalactones A-D,a new class of highly oxygenated trinortriterpenoids from *Schisandra sphenanthera*[J].Tetrahedron letter,2007,48(31):5543-5546.  
[5] 闫俊书,单安山,王环宇.五味子提取物对 AA 肉仔鸡抗氧化功能的影响[J].中国畜牧杂志,2008,44(17):33-37.  
[6] 李晓光,罗焕敏.南五味子属植物化学成分及其活性研究进展[J].中国中药杂志,2003,28(12):1120-1125.  
[7] 陈道峰.南五味子属药用植物的化学成分及其生物活性[J].中国天然药物,2007,5(1):15-19.  
[8] 张献忠,黄海智,钟烈洲,等.植物提取物体外抗氧化活性评价方法研究进展[J].中国粮油学报,2012,27(11):122-128.  
[9] 刘丽,于新,刘文朵,等.南五味子不同溶剂提取物抑菌活性及其组分性质研究[J].中国食品学报,2013,13(9):147-151.  
[10] 林雄平,林彬彬,卓雄标,等.南五味子果实多糖和脂溶性物质抗菌抗氧化作用研究[J].安徽农业科学,2017,45(4):119-121,168.