

钱建中, 张雨梅, 丁丽军. 泡桐花的活性成分及其药理作用综述[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(5): 7-9.

# 泡桐花的活性成分及其药理作用综述

钱建中<sup>1</sup>, 张雨梅<sup>2</sup>, 丁丽军<sup>1</sup>

(1. 江苏省畜牧兽医职业技术学院, 江苏泰州 225300; 2. 扬州大学兽医学院, 江苏扬州 225009)

**摘要:** 综述了泡桐花中的几种主要活性成分黄酮类、三萜类和挥发油类, 以及泡桐花提取物的抗菌、消炎、抗过敏、抗氧化及免疫增强作用等。对泡桐花的资源利用及应用开发具有积极意义。

**关键词:** 泡桐花; 活性成分; 药理作用

**中图分类号:** R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)05-0007-03

泡桐为玄参科(Scrophulariaceae)泡桐属(*Paulownia*)植物, 起源于我国, 如白花泡桐[*Paulownia fortunei* (Seem.) Hemsl.]、毛泡桐[*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steudl.]、绒毛泡桐(*Paulownia tomentosa*)等, 现有 9 个种、4 个变种<sup>[1]</sup>。由于具有耐旱耐盐碱、对气候适应范围广、生长快、生态价值高等特点<sup>[2]</sup>, 广泛分布于我国 10 多个省<sup>[3]</sup>。其花、叶、果、皮、根均可入药, 具有抗菌消炎、止咳、消肿等作用<sup>[4-5]</sup>。近年来对泡桐花中的有效成分、药理作用研究较多, 对泡桐花的资源利用及应用开发具有积极意义。

## 1 泡桐花的活性成分

近年来应用各种色谱分离方法和现代波谱技术等对泡桐的茎叶花果进行研究, 发现泡桐花中的活性成分主要有黄酮类、三萜类(熊果酸及其苷)、精油类等化合物<sup>[6-11]</sup>。

### 1.1 黄酮类物质

2004 年, 杜欣等运用核磁共振技术对甘肃兰州的毛泡桐花进行了化学成分的首次研究, 获得 5 个黄酮类化合物, 并确定了它们的结构, 分别为 5,4'-二羟基-7,3'-二甲氧基双氢黄酮、5-羟基-7,3',4'-三甲氧基双氢黄酮、diplocone、mimulone、洋芹素<sup>[12]</sup>。

张培芬等应用硅胶柱色谱、聚酰胺柱色谱对白花泡桐的黄酮类成分进行分离纯化, 并运用波谱定性技术从白花泡桐花的醋酸乙酯提取部分鉴定出 11 个黄酮类化合物, 分别为 3c-O-methyldiplacol、6-geranyl-3,3c,5,7-tetrahydroxy-4c-methoxy flavanone、高北美圣草素、5,7,4c-三羟基-3c-甲氧基黄酮、3c-甲氧基木犀草素-7-O-B-D-葡萄糖苷、芹菜素-7-O-B-D-葡萄糖苷、山柰酚-7-O-B-D-葡萄糖苷、槲皮素-3-O-B-D-葡萄糖苷、山柰酚-3-O-B-D-葡萄糖苷、槲皮素-7-O-B-D-葡萄糖苷、木犀草素-7-O-B-D-葡萄糖苷<sup>[9]</sup>。

### 1.2 挥发油成分

张玉玉等采用同时蒸馏萃取(SDE)和顶空固相微萃取法(HS-SPME), 结合气质联用仪(GC-MS), 分析了兰考泡桐花(*Paulownia elongata* S. Y. Hu)中的挥发性成分<sup>[13]</sup>。共鉴

定出 67 种挥发性化合物, 其中酯 10 种、醛 9 种、酮 4 种、酚 2 种、烃 36 种、醇 5 种、酰胺化合物 1 种。其中有 20 种与以前报道的兰考泡桐的同属植物毛泡桐花的挥发性成分相同。SDE、HS-SPME 和 GC-MS 3 种方法鉴定出的共有组分主要有 1-辛烯-3-醇、1,4-二甲氧基苯、(Z)-3,7-二甲基-1,3,7-辛三烯、苯甲酸甲酯、2-羟基苯甲酸甲酯、1-甲氧基-4-(1-丙烯基)苯等 10 种。

魏希颖等用石油醚提取新鲜泡桐花脂溶性成分, 提取率为 1.27%; 用 GC-MS 联用技术对石油醚提取部分的成分进行了分离鉴定<sup>[14]</sup>, 共分离出 45 个组分, 经波谱解析及 NIST05 标准谱库检索定性, 峰面积归一化法定量分析, 计算出各成分的相对百分含量, 其中含量较高的化学成分有 3,7,11,15-四甲基十六-1,6,10,14-四烯-3-醇(14.74%)、二十三(碳)烷(5.79%)、9,19-环羊毛甾-24-烯-3-醇(5.41%)、十六(烷)酸(5.09%)、十六烷基环氧乙烷(4.93%)。

袁忠林等通过对乙酸乙酯萃取物进行硅胶柱层析分离, 得到一种活性较高的化合物, 经鉴定为对乙氧基苯甲醛<sup>[15]</sup>。对乙氧基苯甲醛是首次从绒毛泡桐中分离鉴定的化合物, 也是首次用于除草活性研究。

### 1.3 三萜类物质

泡桐花中的三萜酸类主要有熊果酸及其苷<sup>[10]</sup>、乌索酸和齐墩果酸等, 由于其显著的药理活性, 已引起人们广泛的关注。据报道, 三萜酸类物质具有抗菌、抗病毒、抗肿瘤、降血糖血脂等多种生理作用<sup>[16]</sup>。

段文达等利用硅胶色谱柱层析从白花泡桐花的石油醚提取部分分离得到 6 个化合物, 其结构被确定为 diplocone、3'-O-methyldiplocone、mimulone、熊果酸、 $\beta$ -谷甾醇、胡萝卜苷<sup>[7]</sup>。

刘临等<sup>[17]</sup>以 Nucleodur C<sub>18</sub>(4.6 mm×250 mm, 5  $\mu$ m)为色谱柱, 甲醇-0.5%冰醋酸(体积比 86:14)为流动相, 流速 1.0 mL/min, 检测波长 205 nm, 柱温 25  $^{\circ}$ C 的 HPLC 条件, 测得毛泡桐花中乌索酸的含量为 0.300 1% (RSD=1.8%), 齐墩果酸的含量为 0.101 3% (RSD=1.3%)。

### 1.4 其他成分

泡桐花中还分离出生物碱、多酚、甾醇类、单糖、鞣酸、脂肪酸、内源激素等多种成分<sup>[18-19]</sup>。另外, 王晓等分别对其花的精油成分作了色谱、质谱分析, 研究发现其中还含有蛋白

收稿日期: 2012-11-14

作者简介: 钱建中(1966—), 男, 江苏泰州人, 副教授, 研究方向为畜牧兽医。Tel: (0523)86652001; E-mail: 276655392@qq.com。

质、氨基酸、微量元素等丰富的营养成分,利用 GC-MS 技术鉴定出许多长链及芳香族化合物<sup>[11,20]</sup>。

## 2 泡桐花提取物的药理作用

### 2.1 抗菌作用

体外试验表明,泡桐花提取物对金黄色葡萄球菌、伤寒杆菌、痢疾杆菌、大肠杆菌、绿脓杆菌、布氏杆菌、革兰菌、酵母菌等均有一定的抑制作用。魏希颖等采用滤纸片法对泡桐花提取液的不同萃取部分进行了体外抑菌试验,结果表明不同萃取部分对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌均有不同程度的抑制作用,其中对金黄色葡萄球菌作用最强,而对黑曲霉、啤酒酵母、产黄青霉无明显抑制作用<sup>[23]</sup>。对泡桐花索氏提取后的部分进一步提取,并分别测定其脂溶性成分和水溶性成分对大肠杆菌、金黄葡萄球菌的体外抑菌作用,脂溶性成分对金黄色葡萄球菌抑制作用较强,而水溶性成分则对大肠杆菌抑制作用较强。

付明哲等研究了泡桐花中黄酮类物质在肉汤培养基中对鸡白痢沙门氏菌、猪霍乱沙门氏菌、大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、肺炎双球菌的最低抑菌浓度(minimum inhibit concentration, MIC),结果对不同试验菌的 MIC 分别为:金黄色葡萄球菌为 0.04 mg/mL,肺炎双球菌为 0.05 mg/mL,鸡白痢沙门氏菌为 0.08 mg/mL,大肠杆菌为 0.08 mg/mL,猪霍乱沙门氏菌为 0.06 mg/mL<sup>[24]</sup>。同时研究了泡桐花黄酮类物质对小白鼠腹腔感染鸡白痢沙门氏菌、葡萄球菌、肺炎双球菌的治疗作用,试验结果从治疗后细菌分离频度来看,对金黄色葡萄球菌和肺炎双球菌抑制作用与氯霉素、红霉素无显著差异( $P>0.05$ )。

### 2.2 抗哮喘及过敏性炎症反应

李寅超等通过豚鼠哮喘模型,研究泡桐花挥发油抗哮喘气道变应性炎症的作用<sup>[25]</sup>。结果表明泡桐花挥发油 1.2、0.6 g/(kg·d) 均可不同程度地抑制支气管肺泡灌洗液中的嗜酸性粒细胞和炎症细胞总数及气道嗜酸性粒细胞趋化因子 Eotaxin 的过度表达。泡桐花总黄酮对 BAB/c 小鼠、C57/B6 小鼠及豚鼠同样具有抑制哮喘鼠气道过敏性炎症反应的作用<sup>[25-27]</sup>。

陈保红等以卵蛋白致敏 C57BL/6 小鼠为哮喘模型,观察泡桐花精油大、小剂量对小鼠哮喘发作程度、小鼠支气管肺泡灌洗液(BALF)中细胞总数和嗜酸性粒细胞(EOS)百分数、支气管影膜 EOS 计数以及哮喘小鼠肺组织病理学改变的影响<sup>[28]</sup>。结果表明泡桐花精油能明显减轻 C57BL/6 小鼠哮喘发作程度,使 BALF 中白细胞总数、EOS 总数与 EOS 百分数明显下降,显著降低细支气管黏膜 EOS 的浸润和黏膜 EOS 计数。组织病理学观察,泡桐花精油可明显减少 C57BL/6 哮喘小鼠肺间质及肺泡腔内 EOS 等炎细胞浸润。泡桐花精油具有抑制哮喘鼠气道过敏性炎症反应的作用。

张永辉等通过观察泡桐花浸膏对哮喘豚鼠肺病理组织学的影响发现,泡桐花浸膏能明显延长豚鼠诱导潜伏期,优于地塞米松( $P<0.01$ );对肺组织炎性细胞浸润有明显的抑制作用,能减轻炎症反应对哮喘豚鼠肺组织结构的破坏<sup>[29]</sup>。同时,还观察到泡桐花浸膏能明显抑制小鼠耳急性非特异性炎症和大鼠棉球肉芽肿炎症( $P<0.001$ ),强度与地塞米松相

似;能明显延长卵清白蛋白致豚鼠哮喘潜伏期( $P<0.001$ );能明显改善试验性支气管哮喘豚鼠 BALF 细胞分类数及组织病理学改变<sup>[30]</sup>。泡桐花浸膏对豚鼠试验性哮喘具有显著的治疗作用。

### 2.3 免疫增强作用

泡桐花黄酮类物质能增强免疫功能。付明哲等研究了泡桐花黄酮对昆明种小鼠的免疫作用<sup>[24]</sup>。结果表明泡桐花黄酮对小鼠脾脏有增重作用;使小白鼠腹腔巨噬细胞吞噬百分率和吞噬指数有显著的提高( $P<0.01$ );对外周血液白细胞数无明显影响,可提高淋巴转化率( $P<0.01$ );能增强免疫功能、促进免疫器官发育,对巨噬细胞有诱导增生、增强活性,进而提高了巨噬细胞的吞噬机能,并能促进淋巴细胞的转化率。

### 2.4 抗肿瘤作用

泡桐的花叶中含有丰富的木樨草素和熊果酸等化合物。熊果酸有明显的抗突变和抗癌作用<sup>[31-32]</sup>。Kotaniidou 等研究表明,木樨草素可以通过抗增殖和诱导凋亡抑制恶性肿瘤细胞的生长,在体外对人肝癌细胞 HepG2、宫颈癌 Hela 细胞、结肠癌细胞(COLO205、HCT 116、HCT15)、黑色素瘤细胞、卵巢腺癌细胞 SK2OV23、胃癌细胞 HGC227、腹水癌细胞 NK/LY、白血病细胞(P388、CEM2CT、CEM227)、平滑肌瘤细胞等 10 多种癌细胞有抑制增殖作用,还可诱导癌细胞发生凋亡<sup>[33-34]</sup>。熊果酸和木樨草素还具有免疫调节、造血系统能力恢复、抗炎、抗病毒等生物学活性<sup>[35]</sup>。

### 2.5 抗氧化作用

孟志芬等采用 70% 乙醇提取毛泡桐花中的黄酮类化合物,研究了黄酮提取物对猪油的抗氧化性能,并考察了柠檬酸对黄酮提取物的增效作用。结果表明毛泡桐花黄酮提取物对猪油具有抗氧化活性,并随提取物添加量的增加而增强;柠檬酸对黄酮提取物的抗氧化性具有明显的增效作用<sup>[36]</sup>。

### 2.6 其他作用

袁忠林等研究发现绒毛叶泡桐花石油醚萃取物在浓度为 0.5 mg/mL 时,对反枝苋、生菜、黄瓜种子胚根生长的抑制率分别为 76.30%、56.17%、23.36%;乙酸乙酯萃取物在浓度为 0.5 mg/mL 时,对反枝苋、生菜、黄瓜种子胚根生长的抑制率分别为 99.89%、63.53%、32.74%,泡桐花有机溶剂萃取物具有一定的除草活性<sup>[15]</sup>。

此外,民间常用白花泡桐叶治疗不同程度烧伤<sup>[37]</sup>;经霜的桐叶可用于治疗冻疮;泡桐皮津液可用于治疗野蜂的螫伤,并有止疼消肿作用。泡桐花叶还具有止咳利尿、降压止血功能;所含的泡桐素可增强杀虫剂除虫菊酯的杀虫作用,可有效杀灭蚊蝇及其幼体。

## 3 泡桐花作为饲料添加剂的应用前景

施仁波等选择 55~60 日龄的长大二元杂交仔猪 48 头,试验组饲料中添加干泡桐花粉,料/花比分别为 95:5、92:8、90:10。结果表明泡桐花作为猪的饲料添加剂能明显提高饲料报酬(6.74%~9.93%),试验组比对照组增重 21.3%~26.7%,差异极显著( $P<0.01$ ),可提前 15 d 左右出栏;猪痢疾、肠炎等疾病的发病率也大为减少<sup>[38]</sup>。

李德开在肉鸡基础日粮中按 2.5%、5% 添加干泡桐花粉,结果表明 5% 泡桐花粉组比对照组平均增重 0.42 kg/羽,

说明泡桐花粉作为饲料添加剂对肉鸡增重有一定作用,有着良好的临床应用前景<sup>[39]</sup>。

本课题组对泡桐花提取物进行的毒理学初步研究表明,泡桐花提取物对小鼠经口 LD<sub>50</sub> 大于 30.0 g/kg,属无毒级别。小鼠骨髓细胞微核试验为阴性;鼠伤寒沙门氏菌 TA97、TA98、TA100、TA102 的 Ames 试验结果为阴性,无致突变性;日粮中分别添加泡桐花提取物 0.1%、0.5%、2.5% 时,对大鼠的传统致畸试验为阴性。初步的毒理学试验结果表明泡桐花提取物作为饲料添加剂使用无明显的毒性作用。

目前,对泡桐花及其提取物的研究主要集中于其化学成分及其生物活性研究,对应用研究及毒理学研究还较少。如果对泡桐花及其提取物进行深入的应用研究和安全性评价,对泡桐花的资源开发利用及作为饲料添加剂的应用具有积极推动作用。

#### 参考文献:

- [1] 中国科学院泡桐调查组. 泡桐研究[M]. 北京:中国农业出版社,1980.
- [2] 曹孜义,刘国民. 实用植物组织培养技术教程[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,1999:28-30.
- [3] 魏安智,杨途熙,张 晴,等. 泡桐无性根系生长动态分析[J]. 西北植物学报,2000,20(1):68-78.
- [4] 江苏新医学院. 中药大辞典[M]. 上海:上海人民出版社. 1977:1778.
- [5] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1998.
- [6] Kazutoru Y, Ligin Ò. Ligin of Paulowniaimperialis[J]. Chem Soc Japan,1941,62:186-189.
- [7] 段文达,张 坚,谢 刚,等. 白花泡桐花的化学成分研究[J]. 中药材,2007,30(2):168-170.
- [8] 梁峰涛,段文达. 白花泡桐叶石油醚部分的化学成分研究[J]. 天然产物与开发,2007(19):396-397.
- [9] 张培芬,李 冲. 白花泡桐花黄酮类化学成分研究.[J]. 中国中药杂志,2008,33(22):2629-2632.
- [10] 陈旅翼,赵 磊,余晓晖,等. 白花泡桐不同部位的熊果酸含量测定[J]. 中药材,2007,30(8):914-915.
- [11] 王 晓,程传格. 泡桐花精油化学成分分析[J]. 林产化学与工业,2005(2):99-102.
- [12] 杜 欣,师彦平,李志刚,等. 毛泡桐花中黄酮类成分的分离与结构确定[J]. 中草药,2004,35(3):245-247.
- [13] 张玉玉,孙宝国,黄明泉,等. 兰考泡桐花的挥发性成分分析研究[J]. 林产化学与工业,2010,30(3):88-94.
- [14] 魏希颖,张延妮. 泡桐花油的 GC-MS 分析及抑菌作用研究[J]. 天然产物研究与开发,2008,20:87-89.
- [15] 袁忠林,罗 兰,臧 爱,等. 绒叶泡桐花中除草化学成分的分离与除草活性[J]. 农药学报,2009,11(2):239-243.
- [16] Haruta S Z, Cui Z, Huang M, et al. Construction of a stablemicrobial community with high cellulose degradation ability[J]. Applied Microbiology and Biotechnology,2002,59:529-534.
- [17] 刘 临,邹盛勤. 高效液相色谱法测定毛泡桐花中乌索酸和齐墩果酸的含量[J]. 安徽农业科学,2006,34(16):3881-3883.
- [18] 罗江华,李 科,布拉提白. 白花泡桐的研究进展[J]. 贵州农业科学,2010,38(4):200-202.
- [19] 陈 娟,刘 霞,师彦平. 高效液相色谱法测定毛泡桐花中麦角甾醇(毛蕊花糖苷)的含量[J]. 药物分析杂志,2004,24(2):123-125.
- [20] 宋永芳,罗嘉梁,倪善庆,等. 泡桐花的化学成分研究[J]. 林产化学与工业,1990,10(4):269.
- [21] 孟志芬,乔梅英,刘耀民,等. 微波法提取毛泡桐花总黄酮的工艺研究[J]. 化学世界,2009,11:675-680.
- [22] 潘晓辉,田 涛. 毛泡桐花挥发油的提取[J]. 安康师专学报,2003,15(4):69-71.
- [23] 魏希颖,何 悦,蒋立锋,等. 泡桐花体外抑菌作用及黄酮含量的测定[J]. 天然产物研究与开发,2006,18(3):401-404.
- [24] 付明哲,袁福汉,卢兴民,等. 泡桐花黄酮抗菌作用及对免疫机能的影响[J]. 中国兽医杂志,1999,25(5):46-47.
- [25] 李寅超,赵宜红. 泡桐花挥发油抗支气管哮喘变应性炎症的试验研究[J]. 医药论坛杂志,2006,27(16):71-72.
- [26] 李寅超,赵宜红,李寅丽,等. 泡桐花总黄酮抗 BALB/c 小鼠哮喘气道炎症的试验研究[J]. 中原医刊,2006,33(19):16-17.
- [27] 李寅超,赵宜红. 泡桐花总黄酮抗 C57BL/6 小鼠哮喘气道炎症的试验研究[J]. 世界中西医结合杂志,2007,2(8):451-453.
- [28] 陈保红,李寅超. 泡桐花总黄酮抗哮喘豚鼠气道炎症的作用机制探讨[J]. 时珍国医国药,2007,18(2):357-358.
- [29] 张永辉,刘宗花,杜红丽,等. 中药泡桐花浸膏对哮喘豚鼠肺组织作用的病理学研究[J]. 新乡医学院学报,2002,19(6):473-475.
- [30] 张永辉,宋伟涛,刘宗花,等. 中药泡桐花浸膏防治支气管哮喘的试验性研究[J]. 新乡医学院学报,2002,19(3):186-189.
- [31] Niikawa M, Hayashi H, Sato T, et al. Isolation of substances from glycyrrhizic acid (Ligustrum lucidum Ait) inhibiting the mutagenicity of benzo[a]pyrene in bacteria [J]. Mutat Res, 1993, 319(1):129-135.
- [32] Young H S, Chung H Y, Lee C K, et al. Ursolic acid inhibits aflatoxin B<sub>1</sub>-induced mutagenicity in a Salmonella assay system[J]. Biochemical Pharmacology, 1994, 47(7):990-992.
- [33] Kotanidou A, Xagorari A, Bagili E, et al. Luteolin reduces lipopolysaccharide-induced lethal toxicity and expression of proinflammatory molecules in mice [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2002, 165(6):818-823.
- [34] Li Y C, Hung C F, Yeh F, et al. Luteolin inhibited arylamine N-acetyltransferase activity and DNA-aminofluorene adduct in human and mouse leukemia cells [J]. Food Chem Toxicol, 2001, 39(7):641-647.
- [35] 周 成,邵 华,张玲琪,等. 植物内生真菌研究的应用潜力分析[J]. 天然产物研究与开发,2002,14(2):69-72.
- [36] 孟志芬,郭雪峰,隗 伟. 毛泡桐花黄酮抗氧化性的初步研究[J]. 光谱实验室,2008,25(5):914-916.
- [37] 黄 强,黄爱萍. 复方荷叶烧伤油与磺胺嘧啶银治疗烧伤创面效果分析[J]. 中国医药导报,2008,36(5):151.
- [38] 施仁波,习 冬. 饲料中添加泡桐花对猪增重效果的影响[J]. 畜牧兽医杂志,2006,25(6):90-92.
- [39] 李德开. 鸡日粮中添加泡桐花的试验报告[J]. 云南畜牧兽医,1999(4):33.