

# 药用植物槐树研究进展

邹蓉<sup>1</sup>, 陈宗游<sup>1</sup>, 史艳财<sup>1</sup>, 孔德鑫<sup>1</sup>, 韦记青<sup>1</sup>, 蒋运生<sup>1\*</sup>, 蒋莉玲<sup>2</sup>

(1. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西桂林 541006; 2. 全州县林业局, 广西桂林 541500)

**摘要** 该文叙述了药用植物形态特征、化学成分、药理作用、人工栽培、临床应用、主要有效成分(芦丁及槲皮素)的测定和提取以及其开发利用现状, 为进一步研究和开发槐树提供参考。

**关键词** 槐树(*Sophora japonica* L.); 芦丁; 化学成分; 药理作用; 人工栽培

中图分类号 S792.26 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)04-00976-05

## Research Progress of Medicinal Plant *Sophora japonica* L.

ZOU Rong, JIANG Yun-sheng et al (Guangxi Institute of Botany of CAS, Guilin, Guangxi 541006)

**Abstract** The determination, extraction and status of development and utilization of morphology characteristics, chemical composition, pharmacological action, artificial cultivation and clinical application, main effective ingredients (rutin and quercetin) of medicinal plant *Sophora japonica* were reviewed, which can provide reference for further study and exploitation of *Sophora japonica*.

**Key words** *Sophora japonica*; Rutin; Chemical composition; Pharmacological action; Artificial cultivation

槐树(*Sophora japonica* L.), 又名国槐、中国槐、白槐、家槐等, 为豆科(Leguminosae sp.) 槐属(*Sophora*) 多年生落叶乔木, 是一种集材用、药用、食用、观赏于一体的优良树种<sup>[1]</sup>。槐树的实用功能主要体现于可作家具、燃料(枝、干、叶)、食物(果、叶)、医药(果、花)、颜料(花)和用材(树干)等。又因其树干高大, 树叶浓密, 常栽在天街官道两侧、公私庭院之中, 取其阴凉之效, 从先秦时代起便成为重要的行道树<sup>[2]</sup>。

槐树的花习称槐花, 花蕾习称“槐米”。槐米(FLOS SOPHORAE)属贵重药材, 味苦、平、无毒、入肝、大肠经, 主治清热、凉血、止血、治肠风便血、痔血和风热目赤等<sup>[3]</sup>, 富含芦丁(芸香苷)和黄碱素(昔元槲皮素)等成分, 具有凉血和止血良效。现代药理研究表明, 槐米所含芦丁及其昔元槲皮素能保持毛细血管的正常张力, 降低其通透性, 使脆性增加而出血的毛细血管恢复正常弹性, 槲皮素可以扩张冠状血管, 改善心肌循环, 增强心脏的收缩力和输出量, 减少心率; 此外, 尚有抗炎、解痉、抗溃疡以及抑制细菌、真菌和病毒的作用。近年来, 国内外市场对槐米的需求量与日俱增, 货紧价扬, 供不应求。笔者综述槐树的形态与分布、化学成分、药理作用、临床应用、引种栽培和开发利用等方面研究进展, 以期为槐树今后的研究工作提供促进和参考作用。

## 1 植物形态与生态

槐树属落叶乔木, 羽状复叶, 长 15~25 cm, 小叶 9~15 片, 卵状长圆形至卵状披针形, 长 2.5~7.5 cm, 宽 1.5~2.6 cm, 背面灰白色, 疏被伏柔毛; 圆锥花序顶生; 荚果肉质, 串珠状, 长 2.5~5.0 cm, 下垂, 无毛, 不开裂; 种子 1~6 粒, 肾形, 长约 8 mm, 黑褐色; 花期 6~9 月, 果期 9~12 月<sup>[3]</sup>。槐米为卵形或椭圆形, 长 2~6 mm, 直径 2~3 mm; 花萼下部有数条纵纹, 萼的上方为黄白色未开放的花瓣。槐树原产于我国,

南北各地多有野生和栽培, 但以黄土高原及华北平原尤为常见; 分布于辽宁、河北、河南、广东和广西等地。在浙江、福建、台湾、湖南、湖北、安徽、陕西、山西、甘肃、青海、云南、贵州、四川等地亦有野生或栽培。越南、朝鲜、日本及欧洲亦有<sup>[4]</sup>。

槐树中等喜光, 对土壤的要求不苛刻。中性、酸性、石灰性及轻度盐碱土(含盐量不超过 0.2% 的土壤)均能栽培。但是过于干旱、瘠薄、多风的地方很难长成高大良材。在低洼积水处生长不良, 甚至落叶死亡。在湿润肥沃的土壤条件下, 则生长快、寿命长, 树龄可达百年以上。根系深、萌发力强, 比较耐旱。在石灰性、中性和酸性土都可生长, 多见于平地、村落附近, 山腹、山麓, 分布在海拔 500~2 000 m<sup>[5]</sup>。

## 2 化学成分研究

**2.1 化学成分研究进展** 槐花中含有黄酮、植物甾类、鞣质、氨基酸、蛋白质、烯酸及微量元素等多种成分。1904 年, SCHMIDT 分离到黄酮昔芦丁(rutin), 为槐花的主要成分。花蕾中含量多, 开放后含量少。许植方等从槐花中分离到槐花米甲素(sophorin A)、槐花米乙素(sophorin B)和槐花米丙素(sophorin C)<sup>[6-8]</sup>。Ishida 等从槐花分离到异鼠李素(isorhamnetin)、soyasaponin I、soyasaponin III、azukisaponin I、azukisaponin II、azukisaponin V、kaikasaponin I、kaikasaponin II 和 kaikasaponin III 等<sup>[9]</sup>。Ei-dondity 等从槐花及花蕾中分离到槲皮素(quercetin)、山奈酚(Kaempferol)和异黄酮苦元染料木素(genistein)等<sup>[10]</sup>。陈代武等采用微波辅助法萃取, 气相色谱-质谱法进行定性分析研究槐米中的挥发性化学成分。结果分离出 51 个峰, 已鉴定了 31 个化合物。已鉴定的化合物包括酮、醇、酸、甾醇、酚、醛、酯、烷烃、烯烃及杂环等 10 类化合物, 酮类化合物占总色谱流出峰面积的 21.15%; 醇类化合物占 13.78%; 酸类占 9.15%。其主要组分有 1,9,12-三氧-4,6-二氨基环十四烷-5-硫酮到(20.58%)、棕榈酸(9.05%)、9,12,15-十八碳三烯醇(7.05%)、(Z,Z)-9,12-十八碳二烯酸(6.85%)和 β-谷甾醇(6.11%)等<sup>[11]</sup>。

槐角为槐树的果实, 含有黄酮类、生物碱类、三萜类、氨

**基金项目** 广西科技成果转化项目(桂科转 122201713)。  
**作者简介** 邹蓉(1982-), 女, 广西桂林人, 助理研究员, 从事植物生理生态研究。\* 通讯作者, 研究员, 从事植物引种栽培研究工作。  
**收稿日期** 2014-01-10

基酸和糖类等成分。其中,异黄酮、黄酮醇及其苷类成分含量较高<sup>[12]</sup>。杨永利等从国槐种子中分离出水溶性多糖果一槐豆胶(Sophora bean gum),证明槐豆胶中含有甘露糖和半乳糖<sup>[13]</sup>。王景华等进行了槐树种子的化学成分研究,从槐树种子中分得了 14 个化合物,分别鉴定为:染料木素、槐属苷、降紫香苷、槐属双苷、山柰酚-7-O- $\alpha$ -L-鼠李糖苷、芦丁、异高山黄芩素、没食子酸、染料木素 7-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷 4'-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷、染料木素 7-O- $\beta$ -D-葡萄糖苷 4'-O-[ $\alpha$ -L-鼠李糖基-(1-2)- $\beta$ -D-葡萄糖苷]、鸢尾苷元、鸢尾苷、1,6-二-O-没食子酰基- $\beta$ -D-葡萄糖和没食子酸乙酯等<sup>[14-15]</sup>。刘嘉森等从槐果皮中分离得到的 5 个异黄酮苷类成分<sup>[16]</sup>。唐于平等从槐果皮中分离得到的 8 个异黄酮苷类成分<sup>[17]</sup>。

**2.2 主要成分(芦丁、槲皮素等)测定** 程秀民等利用 RP-HPLC 测定槐米中芦丁和槲皮素含量分别为 24.46% 和 1.41%<sup>[49]</sup>。邓富良等测定槐米中芦丁含量为 22.67%<sup>[50]</sup>。梁南熙等测定槐米、槐花、槐叶、芦丁片(大连制药厂)中芦丁含量分别为 26.27%、19.25%、0.04% 和 20.52%<sup>[51]</sup>。李鹏等测定新疆槐米和槐花的芦丁含量为 1.88% 和 10.48%;槲皮素含量为 0.128 8% 和 0.174 4%<sup>[52]</sup>。何登文等采用分光光度计对不同炮制方法制备的槐米中芦丁含量为生槐米 25.3%、清炒槐米 28.6%、槐米炭 19.8%、烘槐米 25.4%、烘槐米炭 21.4%、酒制槐米 24.3%、烘酒制槐米 25.3%<sup>[53]</sup>。刘景东等利用薄层扫描法测定槐叶中的芦丁含量为 0.845%<sup>[54]</sup>。王耀华测定不同加工方法槐米中芦丁的含量分别为:17% (粉碎花蕾)、15% (未粉碎花蕾)、18.8% (用 pH = 8 碱液泡 1 d)、16.8% (用水泡 1 d)、15.13% (30 °C)、16.58% (45 °C)、16.93% (60 °C)、17.33% (75 °C) 和 19.8% (90 °C)<sup>[55]</sup>。罗文蓉等测定槐米和槐花的芦丁含量分别为 23.47% 和 11.13%<sup>[56]</sup>。李力更等利用固相萃取-分光光度法测定槐米中芦丁含量为 29.1%<sup>[57]</sup>。周红英等利用紫外分光光度法测定槐叶中芦丁的含量为 2.297%<sup>[58]</sup>。谢峰等发现不同采收时间及加工方法对槐米中芸香苷的含量有一定的影响,槐米于花蕾较饱满、黄绿色、部分花蕾顶端出现花舌时采收芸香苷含量最高;加工方法以蒸后晒干较优<sup>[59]</sup>。李振志等采用高效液相色谱法, Welch XB-C<sub>18</sub> 柱(4.6 mm × 250 mm, 5  $\mu$ m), 流动相为无水甲醇和浓度 1% 冰醋酸水溶液(39:61, V/V), 检测波长为 257 nm, 柱温为 30 °C, 流速为 1.2 ml/min。测定出不同产地槐米中芦丁含量在 13.88% ~ 35.74%;其中以广西桂林地区所产槐米质量较佳<sup>[60]</sup>。

**2.3 芦丁及槲皮素的提取方法** 芦丁溶解度在冷水中为 1:10 000,热水中为 1:200,冷乙醇中为 1:30,所以可以用热水直接提取和乙醇提取法。芦丁分子中具有较多酚羟基,呈弱酸性,易溶于碱液中,酸化后又析出,因此也可用碱溶酸沉法提取芦丁<sup>[61]</sup>。

近年来,研究者们对于从槐米中提取芦丁工艺的作了一些改进。郭孝武用频率为 20 kHz 的超声提取,只需处理 30 min,所得芦丁提取率比热碱提取法高 47.56%<sup>[62]</sup>。范志刚等研究表明,微波技术也能大大提高槐米中芦丁的浸出量,

是一种省时便捷、值得推广普及的中药浸出新方法<sup>[63]</sup>。另据报道,碱溶酸沉法提取芦丁的最佳条件为:抗氧化剂用量为投料量的 6%,用水量为 12 倍, pH 11,煮提时间为 40 min,酸沉 pH 5,静置时间为 6 h。另外,醇提取法用超声技术处理,频率为 20 kHz,时间为 40 min,可提高芦丁得率<sup>[64-65]</sup>。抗氧化剂亚硫酸钠的加入能阻止芦丁在提取过程中被氧化,增大了芦丁的稳定性,使芦丁的提取效率和产品纯度都明显提高,可在大规模工业化生产中推广<sup>[66]</sup>。

蒙松年等采用正交试验对比研究了微波辅助提取法(MAE)与普通加热回流和室温浸渍法提取槐米中槲皮素的提取率<sup>[67]</sup>。徐萌萌等利用黑曲霉固态发酵槐米,通过正交试验优化种子培养条件和发酵条件,经高效液相色谱法对发酵物测定,证明发酵物为槲皮素,且转化率达到 98% 以上。该试验操作过程简单,所需的设备简单,成产效率高,成本低,值得工业化大生产<sup>[68]</sup>。

### 3 药理作用研究

**3.1 抗炎、镇痛作用** 槐花中的芸香苷及槲皮素对大白鼠因组胺、蛋清、5-羟色胺、甲醛、多乙烯吡咯酮引起的脚爪浮肿,以及透明酸酶引起的足踝部浮肿有抑制作用<sup>[3]</sup>。复方槐花口服液为广西中医学院第一附属医院研制的中药制剂,由槐花米、槐角、地榆炭、大黄、黄芩、当归和防风等组成,临床上主要用于治疗内痔、外痔、混合痔及痔科术后的辅助治疗,取得较好疗效。黄敏进行了复方槐花口服液的药理作用研究,复方槐花口服液能明显地抑制二甲苯所致的小鼠耳廓肿胀,大鼠蛋清所致的足趾肿胀,减少醋酸所致的小鼠扭体反应次数,提高小鼠痛阈,对金黄色葡萄球菌造成的感染有抑制作用,最大耐受量为用人用量的 208 倍。具有明显的抗炎、镇痛、抗局部感染作用,同时有较好的止血效果,安全无毒<sup>[18]</sup>。聂忠富采用经典动物模型小鼠跳台试验和小鼠明暗箱试验对其行为学进行评价,观察槐米中槲皮素对小鼠神经递质含量的影响,并探讨槲皮素抗焦虑作用的机制,发现槲皮素具有明显的抗焦虑作用,其机制与提高小鼠脑内 GABA、Glu 含量有关<sup>[19]</sup>。

**3.2 抗病毒、抗肿瘤作用** 张高红等进行了槐花提取化合物 K3 体外抗 HIV-1 活性的研究,发现槐花提取化合物 K3 体外有较好的抗 HIV-1 活性,能够抑制病毒试验株(HIV-1 III B)、耐药株(HIV-174V)和临床分离株(HIV-1KM018)等多种病毒株的复制,且其作用机制是多靶点的,不仅可以抑制病毒的进入,还可以抑制 HIV-1 逆转录酶活性<sup>[20]</sup>。槐属植物生物碱衍生物对小鼠移植性肿瘤有一定的抑制作用,对恶性淋巴瘤和乳腺癌的抑制率分别为 53.5% ( $P < 0.01$ ) 和 57.1% ( $P < 0.01$ )<sup>[21]</sup>。洪阁等对槐属植物生物碱衍生物施普睿达抗肿瘤作用进行研究,结果表明施普睿达对宫颈癌 U14、肉瘤 S180 和肝癌 H22 3 种移植瘤均有明显的抑制作用,最佳抑瘤率分别为 1 474.3%、18 073.9% 和 2 279.3%,对小鼠的肝、脾指数和胸腺指数几乎无影响;而阳性对照药顺铂使小鼠的肝重、脾指数和胸腺指数明显下降。试验结果表明,施普睿达具有抑制 S180、U14 及 H22 等多种小鼠移植性肿瘤生

长的作用,而且不影响荷瘤动物体重及免疫功能,属于低毒的抗肿瘤新药<sup>[22]</sup>。顾生玖等发现从金槐米中提取的槲皮素对鼻咽癌细胞有较强的干预作用,且呈明显的浓度、时间依赖性关系。当金槐米槲皮素浓度为60 μmol/L时,干预作用较好;观察金槐米槲皮素对鼻咽癌细胞的形态学影响发现,其最适宜的观察时间为作用48 h后<sup>[23]</sup>。

**3.3 凉血止血功效** 槐花具有凉血止血等功效,专清大肠湿热、主治便血痔等。近代药理研究证实,槐花所含芦丁能增加毛细血管稳定性,降低其通透性和脆性,可预防糖尿病和高血压出血等<sup>[24]</sup>。王爱芳用传统的炮制方法所制得的槐米炭中,鞣质含量显著减少,而其止血作用明显增强<sup>[25]</sup>。Histoshi Ishida等在研究中药止血物质的时候对槐米的止血成分进行了研究,认为止血有效成分为槲皮素<sup>[26]</sup>。槲皮素具有增强毛细血管壁弹性、抑制组胺释放等作用。

#### 4 临床应用

槐树的药用价值自古就已被发现,在现代中药学中仍然显得突出。《神农本草经》卷2记载了“槐实”的药用功能:“槐实味苦,寒,无毒。治五内邪气热,止涎唾,补绝伤、五痔、火疮、妇人乳痂,子脏急痛,生平泽。”芦丁及其衍生物具广泛的药理活性,临床用于防止脑溢血、高血压等心脑血管疾病<sup>[2]</sup>。槐花药材及相关产品在临床用于治疗肝炎、伤寒、痔疮、银屑病、高血压、牙龈炎、高脂血症等。王瑞烈等采用大黄、槐花米及葛萆碱类药治疗重型肝炎的临床研究,临床治愈率明显提高,疗效满意<sup>[27]</sup>。林光惠采用大黄槐花汤保留灌肠治疗重型病毒性肝炎,取得良好的效果<sup>[28]</sup>。喻斌和金凌皎对槐花白头翁汤治疗伤寒并肠出血23例进行了临床观察,发现槐花白头翁汤配合西药治疗伤寒并肠出血缩短了病程,提高了治愈率及有效率<sup>[29]</sup>。熊南江和王杏仁采用槐花散加味治疗内痔出血68例,疗效显著<sup>[30]</sup>。尤祥娇对槐花汤加味治疗各期内痔70例进行疗效观察,发现疗效确切,用药安全可靠,无不良反应,患者易于接受<sup>[31]</sup>。林玉红等采用槐花油治疗烧伤、烫伤43例,疗效满意<sup>[32]</sup>。徐田采用槐树枝汤熏洗治疗痔疮136例,疗效较好<sup>[33]</sup>。胡志班采用以槐米为主药治疗牙龈炎、牙龈肿痛,效果良好<sup>[34]</sup>。孟庆玲和谭凤梅采用苍蒺槐米汤治疗糖尿病性脑梗塞<sup>[35]</sup>。王慎凯等用自拟的首乌山楂槐米汤(生何首乌9~15 g、生山楂15~30 g、生槐米9~15 g)治疗高脂血症,基本治愈95例,占70.37%;显效24例,占17.77%;有效13例,占9.63%;无效3例,占2.33%;总有效率97.77%<sup>[36]</sup>。

芦丁可用于防治脑溢血、高血压、视网膜出血、紫癜和急性出血性肾炎,治疗慢性支气管炎。芦丁的衍生物三羟乙基芸香苷(troloxerutin),即维脑路通,用于治疗烧伤、关节炎及各种血管疾病。国内用于治疗脑血管疾病有效率为87.8%,治疗视网膜水肿和出血有效率为88.0%<sup>[37]</sup>。

芦丁还可用作天然防晒剂。芦丁有紫外吸收功能,具有抗晒作用,防晒强度高。中华薄荷王是以芦丁作紫外光吸收剂的一种天然防晒剂<sup>[38]</sup>。另有研究者<sup>[39]</sup>从生药槐米和黄芩中提取芦丁和黄芩苷,制成芦丁-黄芩苷防晒霜,性能稳定,

具有很强的紫外光吸收性,在320~400 nm范围尤其明显,至少能抵抗40个生物剂量的紫外光照射。

#### 5 人工栽培研究

槐树依据其花色分为白、青、黄、金槐等4个类别。除了国槐外,槐树还有龙爪槐、蝴蝶槐、金叶国槐、五色槐、黄金槐、双季米槐、香花槐和金花槐等变种。孔祥能报道了槐树育苗造林技术<sup>[40]</sup>。槐树从10月开始至冬季均可采种。30年树龄以上,生长健壮的树木出种率高,种仁饱满。槐角采摘后,用水浸泡,搓去果皮,洗净晾干,得出净种,装袋贮藏。选择土层深厚、土质肥沃、有排灌条件的砂质或中性壤土作苗圃地。整地前每公顷施腐熟饼肥3 000 kg,复合肥750 kg作基肥,同时每公顷撒3%辛硫磷粉剂60 kg毒杀地下害虫。土地犁耙整平后,筑成高床,床宽90 cm。3月中旬用80℃的水浸种,自然冷却24 h,将膨胀种子取出,对未膨胀的种再用90~100℃的水浸种,处理方法同上,一般经3次处理,绝大部分种子都能膨胀。将膨胀种分次随捡随种。宜条播,行距40 cm,覆土厚度为2 cm,幼苗长到5~8 cm时间苗,按株距15 cm定苗。6~8月用锄头拉沟施2次尿素,每次施尿素150 kg/hm<sup>2</sup>。同时要及时中耕除草,灌溉排水。每公顷可产合格苗10~15万株。

焦凤洲等报道了槐树新品种-双季米槐及栽培技术<sup>[41]</sup>。栽植密度一般每公顷825~1 140株为宜,即株行距3.0 m×4.0 m、4.0 m×2.5 m、3.5 m×2.5 m,树形宜采用开心形,纺锤形或小冠疏层形,施肥一般每年3次追肥。4月上旬以氮肥为主配施复合肥,满足前期生长需要。7月下旬主要追施复合肥,以满足第2次抽穗所需养分。9月中下旬主要追施有机肥配施复合肥,提高秋季光合作用,增加营养储备,为下年槐米增产打好基础。

蒋运生等以中国食品药品监督管理局制定的《中药材生产质量管理规范》(简称GAP)为指导原则,筛选出了金槐的良种:早熟品种金槐桂G9-1(cv. jinhuai G9-1):6月底至7月初成熟。中熟品种金槐桂G9-2(cv. jinhuai G9-2):7月中旬至7月下旬成熟。晚熟品种金槐桂G9-3(cv. jinhuai G9-3):7月底至8月初成熟。并制定了金槐的规范化生产标准操作规程(SOP)<sup>[42-44]</sup>。

槐树的主要病虫害有腐烂病、溃疡病、蚜虫、槐尺蠖、槐树三刺角蝉、棉花红蜘蛛、锈色粒肩天牛等。谷昭威等报道了危害国槐的新害虫双条杉天牛<sup>[45]</sup>。梁惠玲等调查发现,广西全州县金槐病虫害种类较多,病害有14种,虫害有6种<sup>[46]</sup>。其中,以芽枯病、国槐尺蠖、槐木虱、刺槐蚜和广西小灰象发生普遍,国槐尺蠖、槐木虱危害较严重,对槐米的产量和质量影响较大。另有研究者通过对槐尺蠖进行药剂防治试验结果表明,施药后3 d,2.5%菜喜和2.5%敌杀死1 500倍液防效均达到100%。防治时可选用2.5%菜喜1 500倍液和2.5%敌杀死1 500~3 000倍液。菜喜为生物农药,应作为槐尺蠖防治的首选用药<sup>[47]</sup>。

#### 6 槐树的开发利用

槐树,冠大荫深,树形好,寿命长,材质硬,在我国各地普

遍栽培,是城市绿化和成片造林的优良树种;也是优良的蜜源植物。槐树的花、叶、实都可食用,也能药用。根据历史记载,槐花常用于良药,叶作养生保健、果实作养生佳品。现代的应用主要从槐米提取药用成分和化工染料所需色素,另外作为高档香制作原料和人们生活消费用品的染料等。

槐叶含有丰富的营养成分,是一种新型饲料源,槐叶含粗蛋白质选 19%,2 kg 槐叶的蛋白含量相当于 1 kg 豆饼的蛋白含量,且含粗脂肪 3.5%、粗纤维 11%、钙 1.71%、磷 0.79%。还含有有刺槐素、芦丁、维生素 PP、维生素 E、C 和胡萝卜素以及动物体内所需的铁、钴、锰多种微量元素和氨基酸。因而常作禽畜的饲料<sup>[1]</sup>。

槐花含有丰富的蛋白质、脂肪、多种维生素和矿物质,还有刀豆酸、槐花二醇、芸香苷、三萜皂苷、白桦脂醇、葡萄糖和葡萄糖醛酸芦丁等有增强毛细血管韧性,预防动脉硬化,降低血压,改善心肌循环的功能。所含花粉营养更佳。槐花性味苦,微寒。归肝、大肠经,能凉血、止血。适用于咯血、呕血、便血、痔血等出血病症及高血压病,并用预防中风。槐花可药可蔬,鲜时沏茶、泡酒、凉拌、炒食、做馅、煮汤皆宜也可晒干备用。4 月开花前采嫩叶,开水烫后、凉拌、炒食。槐米含芸香苷、槲皮素等多种成分,是珍贵的黄色染料之一。槐米还广泛用作食品添加剂,国内已相继研究出了芦丁大曲酒、芦丁药物牙膏、芦丁茶、槐花酒、槐米饼干和槐米保健香茶等。谭长征以槐米和复原乳为主要原料,以甜菊糖苷为甜味剂,开发出了一种风味好、营养价值高、外观美,具保健作用的低糖发酵型酸奶,即槐米低糖酸奶<sup>[48]</sup>。

槐树种子中含有大量的糖分、蛋白质、氨基酸、槐豆胶、果胶和油脂等,特别是油酸和亚油酸含量很高,主要用于染印,纺织浆纱。也可用于天然食品胶、油脂等食品上。

## 7 小结与展望

槐树在医药上具有重要价值,越来越受到广泛关注。许多学者开展了一些槐树形态特征、化学成分、药理作用、人工栽培、临床应用、主要成分(芦丁、槲皮素)测定、芦丁及槲皮素提取方法、开发利用等方面研究,并取得了一定的进展。但还有许多方面需要进一步研究。例如槐花提取化合物抗肿瘤作用的机理、槐树种质资源综合评价,光合作用与环境需求及有效成分含量的有关理论机制,药用机理等。

## 参考文献

[1] 谢再成,刘体应,周淑琴. 槐树的经济效益及开发前景[J]. 林业科技开发,1995(3):13-14.

[2] 纪永贵. 槐树的实用功能与文化象征[J]. 北京林业大学学报:社会科学版,2006,5(4):1-7.

[3] 江苏新医学院. 中药大辞典[K]. 上海:上海科学出版社,1977.

[4] 广西植物研究所. 广西植物志(第二卷)[M]. 南宁:广西科学技术出版社,2005.

[5] 孙禄. 槐树的栽培及利用[J]. 特种经济动植物,1998(6):24-25

[6] 许植方,王秩福,李珠莲. 中药槐花米的化学成分研究槐花米甲素[J]. 药学报,1957,5(3):1915.

[7] 许植方,韩公羽. 国产槐花米成分研究[II]槐花米丙素(1)[J]. 药学报,1957,5(3):205.

[8] 许植方. 国产槐花米成分研究[III]槐花米丙素(1)[J]. 药学报,1957,5(4):289.

[9] ISHIDA H,UMINO T,TSUJI K,et al. Studies on antihemorrhagic substances in herbs classified as hemostatics in Chinese medicine VI. On the

Antihemorrhagic principles in *Sophora japonica* L. [J]. Chem Pharm Bull,1987,35(2):857-860.

[10] EI-DONDITY S E,KHALIFA T L,AMMAR H A,et al. Chemical and biological study of *Sophora japonica* L. growing in Egypt [J]. Al-Azhar J Pharm Sci,1999,24:230.

[11] 陈代武,李杰红,王芳. GC-MS 测定槐米萃取液中的挥发性化学成分[J]. 华西药学杂志,2006,21(5):450-451.

[12] 国家中医药管理局(中华本草)编辑委员会. 中华本草[M]. 上海:上海科学技术出版社,1998:923-926.

[13] 杨永利,白玉华,李孔民. 槐豆胶单糖组分分析[J]. 南开大学学报:自然科学版,1995,28(3):104-106.

[14] 王景华,王亚琳,楼凤昌. 槐树种子的化学成分研究[J]. 中国药科大学学报,2001,32(6):471-473.

[15] 王景华,李明慧,王亚琳,等. 槐种子的化学成分研究(II)[J]. 中草药,2002,33(7):586-588.

[16] 刘嘉森,丁建弥,黄梅芬. 槐角有效成分的研究[J]. 中草药,1980,11(4):145-146.

[17] 唐于平,楼凤昌,王景华. 槐果皮中的异黄酮类成分[J]. 中草药,2002,33(1):20-21.

[18] 黄敏. 复方槐花口服液的药理作用研究[J]. 广西中医药,2000,25(30):51-53.

[19] 聂忠富. 槐米中槲皮素对焦虑模型小鼠的保护作用研究[J]. 中国药房,2013,24(31):2905-2907.

[20] 张高红,郑永唐. 槐花提取化合物 K3 体外抗 HIV-1 活性的研究[J]. 中药材,2006,29(4):355-358.

[21] 周则卫,刘培勤,李松年,等. 天然植物苦豆子生物碱衍生物对小鼠淋巴瘤和乳腺癌的抑制作用[J]. 中国临床康复,2004,8(5):990.

[22] 洪阁,沈秀,刘培勤,等. 槐属植物生物碱衍生物施普睿达抗肿瘤作用的研究[J]. 天津药学,2006,18(6):4-6.

[23] 顾生玖,刘建楠,姚丽新,等. 金槐米槲皮素对人鼻咽癌细胞的干预作用研究[J]. 安徽农业科学,2012,40(18):9639-9640,9668.

[24] 侯瞻,夏斯俊,胡显亚,等. 槐花止血作用的时间药效学研究[J]. 皖南医学院学报,1997,16(2):195.

[25] 王爱芳. 槐米炭的炮制研究[J]. 药学通报,1982(10):55.

[26] ISHIDA H,UMINO T,TSUJI K,et al. Studies on the antihemostatic substances in herbs classified as hemostatics in traditional Chinese medicine. I. On the antihemostatic principles in *Sopora japonica* L. [J]. Chem Pharm Bull,1989,37(6):1616-1618.

[27] 王瑞烈,谢建媚,黄强. 大黄、槐花米及莨菪碱类药治疗重型肝炎的临床研究[J]. 中国中西医结合脾胃杂志,2000,8(3):180-181.

[28] 林光惠. 大黄槐花汤保留灌肠治疗重型病毒性肝炎的护理[J]. 社区医学杂志,2006,4(6):43-44.

[29] 喻斌,金凌皎. 槐花白头翁汤治疗伤寒并肠出血 23 例临床观察[J]. 安徽中医临床杂志,2001,13(2):112-113.

[30] 熊南江,王杏仁. 槐花散加味治疗内痔出血 68 例[J]. 福州总医院学报,2000,7(1):43.

[31] 尤祥娇. 槐花汤加味治疗各期内痔 70 例疗效观察[J]. 福建医药杂志,2002,24(4):56-57.

[32] 林玉红,刘健健,王芳. 槐花油治疗烧烫伤 43 例[J]. 中国民间疗法,2006,14(8):24-25.

[33] 徐田. 槐树枝汤熏洗治疗痔疮 136 例[J]. 中医外治杂志,1996(3):47.

[34] 胡志班. 槐米临床应用二则[J]. 湖北中医杂志,2000,22(1):33.

[35] 孟庆玲,谭凤梅. 苍蒺槐米汤治疗糖尿病性脑梗塞[J]. 河南中医,1997,17(4):247.

[36] 王慎凯,郭秀菊,王新华,等. 首乌山楂槐米汤治疗高血脂症[J]. 山东中医杂志,1996,15(4):357.

[37] 江纪武,肖庆祥. 植物药有效成分手册[K]. 北京:人民卫生出版社,1986:902.

[38] 都述虎,金继曙,白金涛. 中华薄荷王天然防晒剂的实验研究[J]. 基层中药杂志,1996,10(2):44.

[39] 何西利,傅清,赵桂兰,等. 芦丁——黄芩苷防晒霜的研制及性能评价[J]. 西北药学杂志,1998,13(6):257.

[40] 孔祥能. 槐树育苗造林技术[J]. 安徽林业科技,2005(4):34.

[41] 焦凤洲,谭日升,王凤臣. 槐树新品种——双季米槐特性及栽培技术[J]. 山东林业科技,2005(6):46-47.

[42] 蒋运生. 金槐规范化生产技术(一)[J]. 广西林业,2013(5):48-49.

[43] 蒋运生. 金槐规范化生产技术(二)[J]. 广西林业,2013(6):43-44.

[44] 蒋运生. 金槐规范化生产技术(三)[J]. 广西林业,2013(7):44-45.

[45] 谷昭威,曲爱军,朱承美. 危害国槐的新害虫——双条杉天牛[J]. 昆虫知识,1997,34(5):282-283.

[46] 梁惠玲,李峰,韦霄,等. 全州县金槐病虫害调查与防治[J]. 湖北农业

科学,2008,47(12):1439-1441.

[47] 梁军章,梁惠凌,黄剑华. 槐尺蠖对金槐的危害规律及防治试验[J]. 南方园艺,2013,24(1):37-38.

[48] 谭长征. 发酵型槐米低糖酸奶工艺研究[J]. 湖南林业科技,2006,33(1):37-38.

[49] 程秀民,尘学兰,高彦慧,等. RP. HPLC 测定槐米中芦丁和槲皮素含量[J]. 中成药,2004,26(8):680-682.

[50] 邓富良,陈本美,陈国华,等. 高效液相色谱法测定槐米中的芦丁含量[J]. 湖南医科大学学报,2000,25(6):597-598.

[51] 梁南熙,彭永芳. 高效液相色谱法测定槐米中的芦丁含量[J]. 昆明师范高等专科学校学报,2002,24(4):51-52.

[52] 李鹏,成玉怀,洪成林,等. 新疆产两种槐花中芦丁和槲皮素的含量测定[J]. 农垦医学,2001,23(1):1-2.

[53] 何登文,郑阿利. 不同炮制方法制备的槐米中芦丁含量比较[J]. 甘肃中医,2005,18(7):59-60.

[54] 刘景东,钱彦丛,王志玲,等. 薄层扫描法测定槐叶中的芦丁含量[J]. 黑龙江医药,2003,16(1):17-18.

[55] 王耀华. 不同加工方法对槐米中芦丁含量的影响[J]. 成都大学学报,2002,21(1):40-41.

[56] 罗文蓉,杨扶德,常丽虹. 槐花的花及花蕾显微定量与含量测定的比较研究[J]. 甘肃中医学院学报,2001,18(3):17-19.

[57] 李力更,李作平,霍长虹. 固相萃取-分光光度法联用测定中药槐米中芦丁含量的研究[J]. 中成药,2003,25(8):673-674.

[58] 周红英,李同德,苏雪慧,等. 紫外分光光度法测定三种槐叶中芦丁的含量[J]. 泰山医学院学报,2004,25(4):280-281.

[59] 谢锋,朱华,李振志,等. 不同采收时间及加工方法对广西金槐米中芸香苷含量的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(4):281-282.

[60] 李振志,朱华,谢峰,等. 不同产地槐米中芦丁的含量测定[J]. 中药研究,2013,8(8):952-954.

[61] 龙全江,杨韬. 芦丁的研究概况及展望[J]. 中国中医药信息杂志,2002,9(4):39-42.

[62] 郭孝武. 超声和热碱提取对芦丁成分影响的比较[J]. 中草药,1997,28(2):88.

[63] 范志刚,李玉莲,杨莉斌,等. 微波技术对槐米中芸香苷浸出量影响的研究[J]. 解放军药学报,2000,16(1):36.

[64] 都述虎,金继曙,刘云飞. 正交试验法优选芦丁粗品提取工艺[J]. 现代应用药学,1996,13(6):29.

[65] 王昌利,杨景亮,朱周才,等. 超声提高芦丁得率的实验研究[J]. 中成药,1993,15(2):7.

[66] 全先高,刘君,韩秀媛,等. 槐米中提取芦丁的实验研究[J]. 济宁医学院学报,2008,31(4):293.

[67] 蒙松年,陈代武. 微波辅助提取槐米中的槲皮素[J]. 华西药学期刊,2005,20(6):561.

[68] 徐萌萌,沈竟,徐春,等. 槐米固态发酵提高槲皮素含量的研究[J]. 时珍国医国药,2008,19(3):704.

(上接第971页)

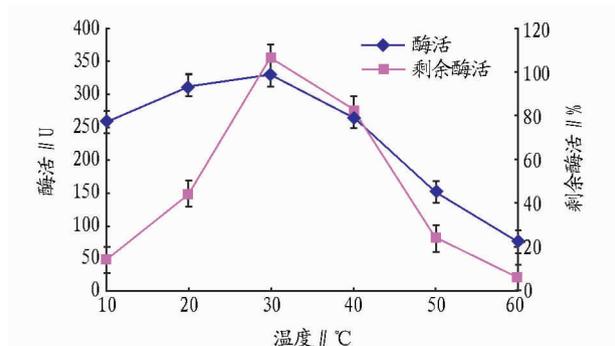


图3 温度对漆酶酶活、稳定性的影响

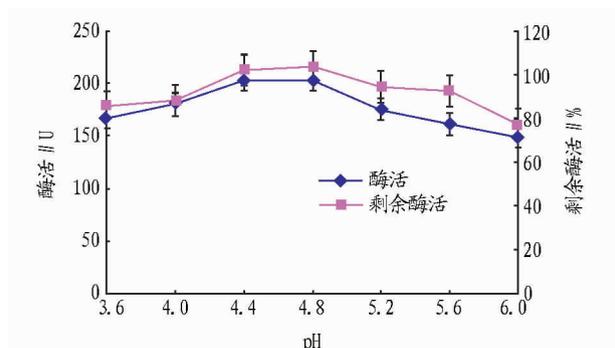


图4 pH对漆酶酶活、稳定性的影响

变量二次回归方程模型,最终得到最佳的产漆酶条件为葡萄糖 42.50 g/L,蛋白胨 2.10 g/L, pH 5.47, Cu<sup>2+</sup> 浓度 1.67 mmol/L. 该条件下的酶活为 943.27 U. 验证试验说明,该模型可用. 在漆酶的性质试验中,漆酶的最适反应温度为 30 °C,

最适反应 pH 为 4.8. 热稳定性试验表明,漆酶对温度较敏感,当温度大于 40 °C 时漆酶的稳定性迅速下降. pH 稳定性试验表明,漆酶在弱酸环境中均能发挥较高的活性.

参考文献

[1] 许颖,兰进. 真菌漆酶研究进展[J]. 食用菌学报,2005,12(1):57-64.

[2] 宋安东,王艳婕,王松江,等. 漆酶的分子生物学研究及其应用[J]. 信阳师范学院学报:自然科学版,2004,17(2):244-248.

[3] BALDRIAN P. Fungal laccases-occurrence and properties [J]. FEMS Microbiol Rev,2006,30(2):215-242.

[4] RIVA S. Laccases: blue enzymes for green chemistry [J]. Trends Biotechnol,2006,24(5):219-226.

[5] 王宜磊,刘兴坦. 彩绒革盖菌漆酶及多酚氧化酶活性的研究[J]. 生物技术,2000(6):18-21.

[6] 袁志发,周静芋. 试验设计与分析[M]. 北京:高等教育出版社,2000:339-346.

[7] 王诗然,赵世光,薛正莲,等. Plackett-Burman 设计在漆酶发酵培养基主要因子筛选中的应用[J]. 安徽工程科技学院学报,2010(2):14-17.

[8] 吴旺宝. 一株耐高温漆酶真菌的筛选[J]. 安徽大学学报:自然科学版,2007,31(2):91-94.

[9] GARRAWAY O M, EVANS C R. Fungal nutrition and physiology [M]. New York: John Wiley,1984.

[10] JONATHAN S G, FASIDI I O. Effect of carbon, nitrogen and mineral sources on growth of *Psathyrella atrombonata* (Pegler), a Nigerian edible mushroom [J]. Food Chemistry,2001,72:479-483.

[11] COLLINS P J, FIELD J A, TEUNISSEN P, et al. Stabilization of lignin peroxidases in white rot fungi by tryptophan [J]. Applied and Environmental Microbiology,1997,63:2543-2548.

[12] GALHAUP C, HALTRICH D. Enhanced formation of laccase activity by the white-rot fungus *Trametes pubescens* in the presence of copper [J]. Applied Microbiology and Biotechnology,2001,56:225-232.

[13] ARDON O, KAREM Z, HADAR Y. Enhancement of laccase activity in liquid cultures of the ligninolytic fungus *Pleurotus ostreatus* by cotton stalk extract [J]. Journal of Biotechnology,1996,51:201-207.