

的比重和粒度大小进行调节。适当的风量和风压可使粉料形成良好的“沸腾”状态,使粉料与气流很好的“乳化”。

4.4 控制好喷雾压力、喷雾频率。喷雾压力过小,所得雾滴较大且大小不匀,易造成成品颗粒大小不匀和粘结在筛网上,压力越大,所得雾滴越小而均匀,但雾滴太小时,因水分蒸发过快而起不到粘合作用,所得成品颗粒呈细粉状而达不到规定粒径,且耗费工时,降低设备生产能力。

4.5 粘合剂种类、浓度、温度。中药制粒可选用稠浸膏作粘合剂,此外还可用水、稀淀粉浆等作粘合剂。粘合剂应预热至接近沸点进料,这样可使粘度降低,有利于顺利喷雾,同时还可减少热风用于加热粘合剂而损耗的热量,使沸腾室内热风温度降低较少,保持较低的相对湿度,有利于提高干燥速率和减少粉粒吸潮粘结避免“塌床”。

4.6 合理设计制粒工艺。由于不同处方的中药浸膏粉粘性的吸潮性差异很大,一些粘滞性大或吸潮性强的浸膏粉在沸腾制粒机内无法达到良好“沸腾”,一通风即软化结块粘附在沸腾床上,或全部粉料粘结成块在筛网上形成“塌床”。对这类处方不能直接采用浸膏粉沸腾制粒,而应选适当的易于“流化”的辅料作母核,将处方中药物制成适当相对密度的浓缩浸膏喷雾,使其在母核上附聚、干燥成粒。可用于作母核的辅料常选用 120目蔗糖粉、环糊精、磷酸氢钙粉、滑石粉、微球硅胶、甘露醇、乳糖、淀粉等。

参 考 文 献

[1] 褚振辉,周碧武,潘玮琪,等. 沸腾制粒的理论和工艺探讨. 山东医药工业, 1998, 17(3): 21-24.

[2] 史同生,郭俊,林彤慧,等. 影响一步制粒机制粒因素探讨. 世界科学技术:中药现代化, 2002, 4(1): 50-51.

[3] 黄坤,张陈炎,袁彦洁,等. 流化床制粒法制备中药纯浸膏包衣微丸的工艺研究. 中国药业, 2005, 14(7): 53-54.

[4] 李志雄,熊富良,曹智华,等. 蒲芩消炎片一步制粒工艺研究. 时珍国医国药, 2003, 14(9): 531-532.

[5] 张加真. 浸膏一次性流化床制粒工艺研究. 现代应用药学, 1994, 11(3): 38-40.

[6] 史宁,崔光华. 流化床包衣制备微囊技术的发展及应用. 国外医学药学分册, 2002, 29(6): 336-340.

[7] 施路,李三鸣,宋红光,等. 不同包衣条件下银杏缓释微丸体外释放考察. 沈阳药科大学学报, 2005, 22(3): 176-180.

[8] 宋磊,张亚琼,郭圣荣,等. 苦参碱缓释包衣微丸的研制. 中国药学杂志, 2005, 40(16): 1238-1241.

[9] 陈修毅,王东凯,顾艳丽,等. 人参总皂苷磷脂复合物包衣微丸的制备. 中国药学杂志, 2003, 38(6): 438-442.

[10] 李琴. 中药浸膏片全水型薄膜包衣关键因素的控制. 中国中医药信息杂志, 2005, 12(4): 52-53.

[11] 邢黎明,赵争胜. 沸腾制粒机制备中药颗粒时“塌床”现象的防止和操作控制. 中国中药杂志, 2000, 25(12): 755-756.

(2007 - 05 - 28收稿)

小油桐生物活性成分与药用价值研究进展

王兆玉¹,林敬明²,徐增富^{1*}

(1. 中山大学有害生物控制与资源利用国家重点实验室,基因工程教育部重点实验室,广东广州 510275; 2. 南方医科大学附属珠江医院药剂科,广东广州 510282)

摘要 综述小油桐的生物活性成分及其在抗菌、抗病毒、杀虫、抗肿瘤等方面药用价值的研究进展,为综合开发利用能源植物小油桐资源提供参考。

关键词 小油桐;药用价值;能源植物

中图分类号: R284.2/R285.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-4454(2007)10-1332-05

小油桐 (*Jatropha curcas* L.),又名麻疯树、小桐子、绿玉树、芙蓉树、膏桐、黑皂、亮桐、臭油桐、青桐木、黄肿树、水漆、桐油树、假花生树、麻烘罕等,为大

戟科落叶灌木或小乔木,原产于美洲,现广泛分布于热带、亚热带及干热河谷地区,在我国主要分布于广东、海南、福建、台湾、广西、云南、贵州、四川等

作者简介:王兆玉,助理研究员,从事植物基因工作与生物技术领域的研究,现为在站博士后;E-mail: wangzhaoyu 77@yahoo. com. cn.
*通讯作者:徐增富,教授,博士生导师, E-mail: xuzengfu@mail. sysu. edu. cn, Tel: 020-84112516.



地^[1]。小油桐全株可入药,性味涩、微寒、有毒^[2],在民间常被用于消肿、镇痛、止血、消毒、杀虫、止痒、消除疣体、催吐泄泻、麻醉、利尿、促进伤口愈合和终止妊娠等^[3],小油桐茎叶提取物还被用于防治病虫害^[4]。在我国,小油桐的药用栽培约有 300 年历史。与此同时,小油桐种子含油率高达 40% ~ 60% (饱和脂肪酸约占 21%,不饱和脂肪酸约占 79%),且富含蛋白质 (约占干重 19% ~ 27%)^[5],其植株喜光、耐干旱贫瘠,生长速度快,因此成为理想的生产生物柴油的能源植物,在原油日益匮乏的今天备受关注,联合国已经将小油桐广泛用于亚热带、干热河谷贫困地区的生态建设,作为扶贫的重大项目加以扶持并获得成功^[6]。小油桐具有很高的经济价值,其作为能源植物得到越来越广泛的栽培的同时,其潜在的药用价值也在不断得到更加深入系统地研究开发。本文将对小油桐生物活性成分和药用价值的研究进展作一综述。

1 生物活性成分

小油桐的种子、树皮、叶片、根和树汁均可入药,目前从植株中已经分离得到的生物活性成分主要有萜类、黄酮类、香豆素类、甾醇类、生物碱类以及蛋白质物质。

1.1 萜类 二萜类化合物具有较强的抗肿瘤活性而备受关注^[2],美国国家癌症研究所 (National Cancer Institute, NCI) 癌症诊断与治疗学部通过对大量天然药物进行筛选后认为二萜是最有研究价值的抗癌活性物质之一。本文仅对小油桐二萜化合物作一综述。目前从小油桐分离得到的二萜成分主要有三环二萜型和四环二萜型^[7]。其中从小油桐根部共分离到 9 种二萜化合物: 麻疯树酚酮 A (Jatropholone A)、麻疯树酚酮 B (Jatropholone B)、麻疯树醇 (Jatrophol)、Citralitrione、Caniojane、Curcusone A、Curcusone B、Curcusone C 和 Curcusone D^[2,8,9]。麻疯树酚酮 A 和麻疯树酚酮 B 互为同分异构体,分子式 $C_{20}H_{24}O_2$,分子量 296,纯品均为白色片状结晶,其中麻疯树酚酮 A 的熔点为 231 ~ 233,麻疯树酚酮 B 的熔点 236 ~ 238。二者分子均为右旋,光谱特征基本一致,但麻疯树酚酮 A 的乙酸乙酯-石油醚展开比移植 (Rf, rate of flow) 高于麻疯树酚酮 B^[2]。麻疯树醇比麻疯树酚酮多了一个羟基,分子式 $C_{20}H_{24}O_3$,分子量 312,熔点 190 ~ 192^[2]。Citralitrione 为一种环氧三萜类二萜物质,分子式 $C_{20}H_{26}O_4$,分子量 330,熔点 194 ~ 196^[10]。Caniojane 是一种含有过氧基团的二萜物质,分子式 $C_{20}H_{24}O_3$,分子量 312,熔点 167 ~ 168,纯品为无色晶体^[9]。

Curcusone A、Curcusone B、Curcusone C 和 Curcusone D,均是小油桐酮 (curcusone) 的衍生物,分子式 $C_{20}H_{28}O_4$,分子量 332^[8]。从种子中分离得到另一种二萜化合物 12 脱氧-16 羟基佛波醇 (12-deoxy-16-hydroxyphorbol)^[11]。研究表明,小油桐所含的二萜化合物及其衍生物均具有明显抗癌活性^[7]。

1.2 黄酮类 目前已经从小油桐植株中分离到 11 种黄酮类物质。其中,从叶片中分离得到 7 种,分别是芹素 (apigenin) (5, 7, 4-三羟基黄酮,也称芹苷元)、牡荆素 (vitexin)、异牡荆素 (isovitexin)^[12]、5, 4'-二羟基-6, 7-葡萄糖苷黄酮 (5, 4'-dihydroxyflavon-6, 7-glucoside)、5-羟基-3, 7, 4'-鼠李糖苷黄酮 (5-hydroxyflavon-3, 7, 4'-rhamnetin)^[13]、黄酮苷 (flavonoid) 和黄酮苷 (flavonoid)^[14]; 从根中分离得到 4 种,分别是川皮苷 (5, 6, 7, 8, 3', 4'-六甲氧基黄酮, nobiletin)、5-豆甾烷-3, 6-二酮 (5-stigcastane-3, 6-dione)^[15]、5-羟基吡咯-2-酮 (5-hydroxypyrrolidin-2-one)、嘧啶-2, 4-二酮 (pyrimidine-2, 4, -dione)^[16]。这些黄酮类物质有散瘀消肿、止血、止痒、抗菌、抗病毒、抗肿瘤、抗过敏等作用^[17-19]。

1.3 香豆素类 目前分离得到的 6 种香豆素类物质均来自小油桐的根组织,包括白腊树内酯 (fraxetin)^[7]、麻疯素 (jatrophin)、5-羟基-6, 7-二甲氧基香豆素 (tomentin, 5-hydroxy-6, 7-dimethoxycoumarin)^[20]、7-羟基-6-甲氧基香豆素 (scopoletin, 7-hydroxy-5-methoxycoumarin)^[2,21]、5, 7-二甲氧基香豆素 (5, 7-dimethoxycoumarin) 和 6, 7-二甲氧基香豆素 (6, 7-dimethoxycoumarin)^[22]。香豆素类物质多无色结晶,味苦,具特异香气,不仅是重要的香料,在医学上还常被用作抗肿瘤和抗凝血剂,用于抗血栓形成和治疗脑血栓、心肌梗塞、膀胱癌等疾病^[23,24]。

1.4 甾醇类 从小油桐根和叶部分分离得到的甾醇类物质,主要包括谷甾醇 (β -sitosterol)^[25]、胡萝卜甾醇 (daucosterol)^[2]、豆甾醇 (stigmasterol) 和类甾醇 (steroid sapogenins)^[26], 以及其它甾醇皂甙衍生物^[27]。植物甾醇类物质不仅是人体内维生素 D 的生产原料,还可抑制人体对胆固醇的吸收,促进胆固醇的降解代谢,抑制胆固醇合成,从而降低胆固醇水平^[28]。目前植物甾醇类物质被广泛用于防治冠心病粥样硬化类的心脏病、前列腺疾病。植物甾醇类物质还有较强的抗炎作用,可促进伤口愈合,增强毛细血管循环,对治疗溃疡有明显疗效^[29]。由于植物甾醇类物质对皮肤有很好的渗透性,可以调节皮肤新陈代谢,抑制皮肤炎症,可用于防晒护肤和抗皮肤老化。此外,植物甾醇类物质还有解热、镇痛、调

节激素水平、抗病毒感染、免疫调节等功效^[29]。

1.5 生物碱类 目前从小油桐种子中分离到的生物碱类物质包括川芎嗪^[30]、铁海棠碱^[6]、麻疯树碱(jatrophine)^[7]等。川芎嗪具有扩张血管、抗血凝、兴奋呼吸中枢等功能,具有重要药用价值^[31-33];麻疯树碱表现出抗肿瘤活性^[25];铁海棠碱则对软体动物表现出良好的杀灭作用^[6]。

1.6 蛋白类 小油桐种子富含蛋白^[7],蛋白类物质约占种子干重的 18.2%,其中研究较多的有两种蛋白:(1)麻疯树蛋白酶 curcain,分离自小油桐植株乳汁,该蛋白可抑制病原菌生长,促进植物伤口愈合;(2)麻疯树毒蛋白 curcin,又称泻果素,分离自小油桐种子,其毒性与蓖麻毒蛋白 ricin 和巴豆种子毒蛋白 crotonin 相似,具有 RNA N 糖苷酶活性,可通过失活真核生物核糖体而抑制蛋白质的合成,因此也叫“核糖体失活蛋白(RIPs)”^[34]。

2 药用价值的研究

2.1 抗菌作用 Ravindranath 等(2004)从小油桐的茎中分离得到三种脱氧核糖核酸酶 palmarumycin CPI、JC1、JC2,研究发现均对葡萄球菌属(*Staphylococcus*) 试验菌有一定的抑制活性^[35]。魏琴等(2004)以植物病原真菌水稻稻瘟病菌(*Pyricularia oryzae* Cav.)、赤松枯病菌(*Pestalotia funerea* Desm.)、玉米纹枯病菌(*Rhizoctonia solani* Kuha.)、油菜菌核病菌 [*Sclerotinia sclerotium* (Lib) de Bary] 为实验菌,检测了小油桐 curcin 蛋白的抗真菌活性,结果表明 curcin 在 100 $\mu\text{g/ml}$ 浓度下具有良好的抗真菌活性,主要表现为影响菌丝形态、孢子形成、蛋白质合成等^[36]。李维莉等(2004)报道从小油桐树皮中分离到的 3,5-二羟基对甲氧基苯甲酸具有广谱抗真菌作用^[37]。

2.2 抗病毒作用 Matsuse 等(1999)将小油桐茎叶的水提物通过 Diaion HP-20 柱吸附,甲醇洗脱,得到两个化合物 5,7-二甲氧基香豆素(5,7-dimethoxycoumarin)和 6,7-二甲氧基香豆素(6,7-dimethoxycoumarin),研究表明这两个化合物对 HM (human immunodeficiency virus) 具有明显选择性抗性,选择性指数(CC_{50}/IC_{50})大于 41.7,对动物细胞没有毒性,但对 HM 的复制有较强的抑制作用,强烈抑制 HM 诱导的细胞病理效应,对 HM protease (HM-PR) 的活性也有一定抑制作用^[22]。此外,小油桐植株的乳汁可强烈抑制西瓜花叶病毒(watermelon mosaic virus, WMV)复制^[38]。

2.3 杀虫作用 有报道称小油桐叶片和种子的甲醇提取物,特别是其中的铁海棠碱和佛波醇酯成分,

对血吸虫的专一性中间宿主钉螺有杀灭作用^[30,39]。体外实验表明小油桐叶片压榨提取物对蛔虫卵、线虫卵以及蚊的幼虫孑孓具有灭杀作用。在抗农业害虫活性方面,Fagbenro 等(1998)研究发现小油桐植株的石油醚提取物可显著抑制达摩凤蝶(*Papilio demoleus* L.)三龄幼虫的进食^[27],李静等(2004)研究发现小油桐种子油及其乙醇提取物对萝卜蚜(*Lipaphis erysimi* Kalt.)有良好的触杀作用^[40]。有望利用小油桐制取生物农药、纯天然消毒剂等产品。

2.4 抗肿瘤作用 Taylor 等(1983)报道了小油桐四环二萜类物质具有显著抗肿瘤功效,施用 0.5 mg/L 麻疯树三酮可使患者淋巴细胞白血病 P-388 (3PS) 的小鼠寿命延长 41%,对人鼻咽癌 KB 细胞的半有效剂量(ED_{50})为 0.17 $\mu\text{g/ml}$,此外对小鼠肺癌细胞也有良好抑制作用^[41]。陈梦青等(1988)发现西双版纳小油桐根的氯仿抽提物对胃粘液腺癌细胞 830 有显著抑制作用,抑制率达 79.5%,推测抑制肿瘤活性成分为麻疯树酚酮^[42]。林娟等(2003)报道了小油桐 curcin 蛋白的抗肿瘤活性,研究发现 curcin 强烈抑制兔网织红细胞裂解液蛋白质合成,抑制浓度(IC_{50})为 0.19 nmol/L,此外对于人胃癌 SCG-7901 细胞、小鼠骨髓瘤 SP2/0 细胞和人肝癌细胞的 IC_{50} 分别为 0.23 mg/L、0.66 mg/L、3.16 mg/L,但对人宫颈癌传代细胞(Hela cells)和正常细胞未显示毒害作用,其抗肿瘤机制可能与 curcin 的 RNA N 糖苷酶活性有关^[43]。

2.5 其它药用价值 小油桐种子的热石油醚提取物按 1.5 g/kg 剂量给药,可有效终止大鼠早期妊娠^[44]。在苏丹南部民间小油桐果实被用来避孕^[45]。在治疗单纯疣的临床试验中,小油桐乳汁表现出良好的疗效。Marraquin 等(1997)对 30 名患者的 147 个疣体分别施以小油桐乳汁、液氮和凡士林,其中液氮只在临床开始时使用一次,而小油桐乳汁和凡士林则每日涂抹两次,结果表明液氮和小油桐乳汁均使疣体消失,只是液氮见效较快,10 天后疣体即消失,而小油桐乳汁约需 16-20 天。安慰剂凡士林不能使疣体消失^[46]。小油桐根部的甲醇粗提物可降低小鼠体内前列腺素水平,降低肠腔体液与钠离子(Na^+)的分泌,降低肠内渗透压,减缓小肠蠕动,对用蓖麻油和硫酸镁诱导的小鼠腹泻具有良好治疗作用^[47]。在广东民间小油桐树皮被用作止泻药。研究发现小油桐乳汁分别具有促凝血和抗凝血作用^[48]。用乙酸乙酯、丁醇萃取小油桐新鲜乳汁,连同萃取后所剩水溶液,溶于磷酸盐缓冲液后进行人凝血和抗凝血试验。结果发现乙酸乙酯萃取物具

有显著促凝血活性;丁醇萃取物具有一定抗凝血活性,这种抗凝血活性可能来自萃取物中的川芎嗪成分;而残余水溶液部分几乎无作用。小油桐植株的乳汁和叶片压榨出的汁液在赤道国家常作为止血剂使用^[30]。小油桐种子油脂和蛋白可引起强烈的腹泻,在赤道国家常被用来清肠,具有开发减肥与美容药物或保健品的潜在价值^[30]。此外,小油桐所含黄酮类物质具有散瘀、消肿、止痒的作用,在对小鼠试验中,小油桐乳汁具有加速伤口愈合的活性,印度已经利用小油桐叶片提取物开发出膏药、绷带产品,用于治疗跌打损伤和皮肤瘙痒症等^[30]。

3 毒性的研究

小油桐全株有毒,但因其果实成熟时色泽鲜艳艳丽,易被儿童误食。宋维等(2002)对 86 例小油桐果实中毒患者进行了临床研究^[49]。患者均有恶心、呕吐、腹痛、腹泻等胃肠道症状,并伴有头痛、头晕、畏寒、发热、贫血、溶血等症状,重症者合并心、肝、肾、皮肤的损害,部分患者还表现出皮肤干燥、口干、面部皮肤潮红、瞳孔轻度扩大、心率快等。目前临床上使用阿托品来抢救^[50]。

4 展望

近几年小油桐作为新兴能源植物日益受到重视。目前世界上已有 20 多个国家种植小油桐,用于生产生物柴油^[51]。在我国,2006 年 9 月 30 日国家五部委(财政部、国家发展改革委员会、农业部、国家税务总局、国家林业局)发布的“关于发展生物能源和生物化工财税扶持政策的实施意见”(财建[2006]702号)中,明确提出鼓励利用小油桐、黄连木等木本油料树种为原料加工生产生物能源。国家发改委于 2006 年 12 月 13 日所公布的批复实施 2006 年 24 项生物质工程高技术产业化专项中有 2 项就是专门支持建立小油桐大规模种植基地。

在此背景下,研究小油桐的药用成分,发掘其药用价值,开发新药,无疑将为综合开发利用能源植物小油桐资源开辟一条新路径,给小油桐生物柴油产业带来可观的经济附加值,具有重要医学与经济意义。国内外对小油桐药用价值的系统性研究工作刚刚起步,小油桐植株、果实所含药用活性成分,特别是抗肿瘤、抗病毒成分,已经引起有关学者的极大兴趣。随着对小油桐药用机理的深入研究,有望开发出新型抗肿瘤、抗 HIV、抗菌消炎药物和护肤、减肥保健品,以及绿色环保的生物农药等一系列产品。

参 考 文 献

[1] 中国植物志编委会. 中国植物志(第四十四卷,第二分

册). 北京:科学出版社,1996:147-148.
 [2] 孔令义,闵知大,史剑侠,等. 麻疯树根的化学成分研究. 植物学报,1996,38(2):161-166.
 [3] 刘永红. 小桐子的利用价值与栽培技术. 经济林研究,2006,24(4):74-76.
 [4] 李静,吴芬宏,陈延燕,等. 麻疯树种子提取物对几种害虫的杀虫活性. 农药,2006,45(1):57-58.
 [5] Openshaw K. A review of *Jatropha curcas*: An oil plant of unfulfilled promise. Biomass and Bioenergy, 2000, 19(1):1-15.
 [6] 何文淑,肖荣贵,杨晓琼,等. 麻疯树在贫困地区农村发展和生态建设中的开发前景. 中国中医药信息杂志,2002,9(10):33-36.
 [7] 林娟,周选围,唐克轩,等. 麻疯树植物资源研究概况. 热带亚热带植物学报,2004,12(3):285-290.
 [8] Muangman S. Anti-tumor activity of JTT-2, a compound extracted from *Jatropha curcas*. Mahidol University, 2004:2.
 [9] 李维莉,杨辉,谢金伦. 麻疯树属植物化学成分及其生物活性研究进展. 中药材,2006,29(5):500-505.
 [10] Villarreal A, Dominguez X, Williams H, et al. Citralitri-one, a new diterpene from *Jatropha dioica* var. sessiliflora. Journal of natural products, 1988, 51(4):749-753.
 [11] Adolf W, Opferkuch H, Hecher E. Irritant phorbol derivatives from four *Jatropha* species. Phytochemistry, 1988, 23(1):129-132.
 [12] Subramanian S, Nagarajan S, Subchana N. Flavonoids of some Euphorbiaeous plants. Phytochemistry, 1971, 10:2548-2549.
 [13] Khafagy S, Mohamed Y, Abdel-salam N, et al. Phytochemistry study of *Jatropha curcas*. Planta Medical, 1977, 31(3):274-277.
 [14] Khafagy S. Components from the leaf of *J. curcas*. Planta Medical, 1977, 31(3):274-276.
 [15] 陈梦青,侯林林,张国文. 麻疯树的二萜成分. 植物学报,1988,30(3):308-311.
 [16] Staubmann R, Schubert-zsilavec M, Hiemann A, et al. A complex of 5-hydroxycopyrrolidin-2-one and pyrimidine-2,4-dione isolated from *Jatropha curcas*. Phytochemistry, 1999, 50(2):337-338.
 [17] 方从兵,宛晓春,江昌俊. 黄酮类化合物生物合成的研究进展. 安徽农业大学学报,2005,32(4):498-504.
 [18] 陈志卫,胡永洲,吴好好,等. 黄酮类化合物的合成及其血管舒张作用. 药学学报,2005,40(11):1001-1007.
 [19] 高昕,王喜军. 黄酮类化合物抗肿瘤作用研究进展. 中医药信息,2005,22(5):33-34.
 [20] Kong L, Jin D, Min Z. The diterpenoids from *Jatropha curcas*. World Phytomed, 1993, 8(6):243-245.

- [21] Ojewole J. Antibronchoconstrictor and antiarrhythmic effects of chemical compounds from Nigerian medicinal. *Fitoerapia*, 1983, 54 (4): 153-161.
- [22] Matsuse I, Lin Y, Hattori M, et al. A search of anti-viral properties in Panamanian medicinal plants: The effects on HIV and its essential enzymes. *Journal of Ethnopharmacology*, 1999, 64 (1): 15-22.
- [23] 杨秀伟,徐波,冉福香,等. 40种香豆素类化合物对人表皮癌细胞系 A432 细胞株和人乳腺癌细胞系 BCAP 细胞株增殖抑制活性的筛选. *中国现代中药*, 2006, 8 (12): 9-10.
- [24] 朱斌,叶铁虎,华宝来. 抗凝药物和抗血小板药物与硬膜外麻醉. *中华麻醉学杂志*, 2006, 26 (3): 285-287.
- [25] Naengchomnong W, Thebtaromonth Y, Wiriyaichitra P, et al. Isolation and structure determination of two novel lathyran from *Jatropha curcas*. *Retrahedron Letters*, 1986, 27 (4): 5675-5678.
- [26] Teixeira J. Content and chemical composition of the *Jatropha* spp. seed oil. *Bragantia*, 1987, 46 (1): 151-157.
- [27] 刘杰,李黔柱,尹航,等. 麻疯树植物资源的研究与开发利用进展. *贵州大学学报(自然科学版)*, 2006, 23 (2): 105-110.
- [28] 周晓星. 植物甾醇降胆固醇作用的研究现状. *国外医学·卫生学分册*, 2007, 34 (2): 101-105.
- [29] 王欣,王枫. 植物固醇的研究新进展. *国外医学·卫生学分册*, 2007, 34 (2): 98-101.
- [30] 蒲朝煜,苟平. 麻疯树药用研究获进展. *绿色中国*, 2006, (11): 64-65.
- [31] 张慧利,余为治,黄亮. 川芎嗪对心脏骤停鼠脑复苏的作用. *江西医学院学报*, 2006, 46 (6): 32-34, 42.
- [32] 徐云洁,朱蕾. 川芎嗪对急性肺损伤的保护作用. *中国临床医学*, 2006, 13 (6): 916-917.
- [33] 帅银花,帅金花. 盐酸川芎嗪注射液治疗脑梗死 50 例临床观察. *实用中西医结合临床*, 2007, 7 (1): 51.
- [34] 林娟,颜钊,唐琳,等. 麻疯树核糖体失活蛋白的分离纯化和作用机制研究. *高技术通讯*, 2002, 12 (11): 36-40.
- [35] Ravindranath N, Reddy M, Ramesh C. New lathyrene and podocapane diterpenoids from *Jatropha curcas*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 2004, 52 (5): 608-611.
- [36] 魏琴,廖毅,周黎军,等. 麻疯树毒蛋白 (curcin) 的抗真菌活性研究. *中国油料作物学报*, 2004, 26 (3): 71-75.
- [37] 李维莉,彭脉芳,马银海,等. 云南麻烘旱的化学成分研究. *中草药*, 2004, 35 (4): 385-386.
- [38] Gandhi V, Cherian K, Mulky M. Toxicological studies on ratanjuyot oil. *Food and chemical toxicology*, 1995, 33 (1): 39-42.
- [39] 杨燕,程忠跃,高竹琴,等. 麻风树素浸杀钉螺卵效果观察. *实用寄生虫病杂志*, 2000, 8 (2): 59-60.
- [40] 李静,颜钊,吴芬宏,等. 麻疯树种子提取物对萝卜蚜的杀虫活性. *植物保护学报*, 2004, 31 (3): 289-293.
- [41] Taylor M, Smith A, Furst G, et al. New antileukemic Jatrophone derivatives from *Jatropha gossypifolia*: Structural and stereochemical assignment through nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Journal of the American Chemistry Society*, 1983, 105 (10): 3177-3183.
- [42] Chen M, Hou L, Zhang G. The diterpenoids from *Jatropha curcas* L. *Acta Botanica Sinica*, 1988, 30 (3): 308-311.
- [43] 林娟,颜钊,唐琳,等. 麻疯树核糖体失活蛋白抗肿瘤作用 (英文). *Acta Pharmacologica Sinica*, 2003, 24 (3): 241-246.
- [44] Goonasekera M, Gunawardana V, Jayasena K, et al. Pregnancy terminating effect of *Jatropha curcas* in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 1995, 47 (3): 117-123.
- [45] 陈元雄,毛宗强,吴宗斌,等. 麻疯果油料的综合开发利用. *中国油脂*, 2006, 31 (3): 63-65.
- [46] Marraquin E, Blanco J. Clinical trial of *Jatropha curcas* sap in the treatment of common warts. *Fitoerapia*, 1997, 68 (2): 160-162.
- [47] Mujumdar A, Upadhye A, Misar A. Studies on antidiarrhoeal activity of *Jatropha curcas* root extract in albino mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 2000, 70 (2): 183-187.
- [48] Osoniy I, Onajob I. Coagulant and anticoagulant activities in *Jatropha curcas* latex. *Journal of Ethnopharmacology*, 2003, 89: 101-105.
- [49] 宋维,陈实. 急性麻疯树果中毒 86 例临床分析. *海南医学*, 2002, 13 (11): 3-4.
- [50] 课逢枚. 阿托品抢救重症麻疯树果中毒 4 例. *广东医学院学报*, 1998, 16 (3): 277-278.
- [51] 王桂芝. 麻疯树开发价值高. *国土绿化*, 2006, (7): 36

(2007 - 04 - 23 收稿)

《中药材》杂志为国内外权威的中药科技学术期刊, 欢迎投稿!