

## 地枫皮及其伪品假地枫皮的研究进展\*

Research Progression of *Illicium difengpi* and Its  
Adulterant *Illicium jadifengpi*

梁惠凌, 王满莲, 孔德鑫, 邹 蓉, 史艳财

LIANG Hui-ling, WANG Man-lian, KONG De-xin, ZOU Rong, SHI Yan-cai

(广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西桂林 514006)

(Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Academia Sinica,  
Guilin, Guangxi, 541006, China)

摘要: 综述地枫皮和假地枫皮在形态及解剖结构特征, 地理分布及生境特点, 性状鉴别及质量控制, 化学成分, 药理药效及临床应用, 生理生态特性等方面的研究进展, 以期为进一步开展地枫皮及其伪品假地枫皮的深入研究和合理开发利用提供一些参考。

关键词: 地枫皮 假地枫皮 伪品 研究进展

中图法分类号: R282 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2013)03-0164-05

**Abstract:** The paper summarized the research progression on the form and atomical features, geographical distribution and habitat characters, character identification and quality control, chemical composition, pharmacological effect and clinical application, and physiological and ecological characteristics of *Illicium difengpi* and *Illicium jadifengpi*, which provides reference for the further deep studies and rational utilization of *Illicium difengpi* and *Illicium jadifengpi*.

**Key words:** *Illicium difengpi* K. I. B. et K. I. M., *Illicium jadifengpi* B. N. Chang, adulterant, research progression

地枫皮 (*Illicium difengpi* K. I. B. et K. I. M.) 又名枫榔、追地风、钻地风、山八角, 为八角科八角属植物, 属国家 II 级重点保护野生植物<sup>[1]</sup>。其茎皮和根皮具有祛风除湿, 行气止痛等功效, 临床常用于风湿关节痛、腰肌劳损和跌打损伤等症状治疗, 疗效好, 药用价值高, 是历版《中国药典》收录的广西特产中药材, 成为多种中成药产品的主要原材料<sup>[2]</sup>。假地枫皮 (*Illicium jadifengpi* B. N. Chang) 别名大屿八角、闽皖八角、百三祖八角, 为地枫皮的同属

植物<sup>[3]</sup>, 极易与地枫皮药材混淆, 在医药市场流通中, 曾发现有人用假地枫皮冒充地枫皮药材混用, 造成中毒事故<sup>[4,5]</sup>, 因此被很多研究者认定为地枫皮的伪品。近年地枫皮在治疗疾病方面起到的作用越来越显著, 逐渐成为人们研究的热点。同时, 作为地枫皮主要伪品的假地枫皮也同样受到较多的关注和研究<sup>[6]</sup>。为此, 本文就两者在形态及组织结构特征, 地理分布及生境特点, 性状鉴别及质量控制, 化学成分, 药理药效及临床应用, 生理生态特性等方面的研究进展进行综述, 以期为进一步开展地枫皮及其伪品假地枫皮的深入研究和合理开发利用提供一些参考。

## 1 形态及结构特征

地枫皮通常为常绿灌木<sup>[7,8]</sup>, 高 2~3 m。近年来, 唐辉等<sup>[9]</sup>对地枫皮野生资源调查后发现, 地枫皮也能长成小乔木, 树高可达 6~7 m。地枫皮全株有

收稿日期: 2013-06-10

修回日期: 2013-06-25

作者简介: 梁惠凌 (1973-), 女, 副研究员, 主要从事植物保护及可持续利用研究。

\* 广西科技攻关项目 (桂科攻 10124008-1), 广西农业科技成果转化资金项目 (桂科转 1346004-29), 中国科学院“西部之光”人才培养计划项目 [科发人教字 (2009) 24], 广西植物研究所基本业务费项目 (桂植业 11008), 桂科能项目 (0992028-10) 资助。

浓郁香气,根长条形,外皮暗红褐色,具有不规则的纵条棱,嫩枝褐色,较粗,老枝灰色。树皮松脆,易折断。单叶互生,常3~5片聚生于枝梢,花两性,花冠红色,腋生或近顶生,单朵或3~5朵簇生;花被裂片15~20枚,肉质;雄蕊常为20~24枚,花丝圆柱状,药室内侧向纵裂;心皮多为13枚,轮状排列于隆起的花托上;花柱短,约3 mm,子房1室,胚珠1颗。蓇葖果木质,单轮排列,腹缝线开裂。成熟果实具9~13枚心皮;心皮先端具长3~5 mm呈钩状的喙;花期4~5月;果熟期8~9月。假地枫皮为常绿乔木,高8~20 m。叶常3~5片聚生于节上,花白色或带浅黄色;花被片34~55,薄纸质或近膜质,狭舌形;雄蕊28~32枚;心皮12~14枚。果直径3~4 cm,由11~14个蓇葖果组成,顶端有内弯的尖头。花期3~4月;果熟期8~10月<sup>[3,8]</sup>。

孔德鑫等<sup>[10]</sup>采用石蜡切片和半薄切片法对地枫皮营养器官进行解剖观察,发现地枫皮根中次生维管组织发达,木射线和韧皮射线明显;老茎的次生构造中,皮层贮藏物质丰富,内有大的石细胞群,韧皮射线和木射线明显;而髓细胞内含有大量晶簇和少量单晶。叶片解剖结构显示,随海拔高度上升,地枫皮趋向于旱生植物的特点,主要表现在叶片表皮细胞外壁角质层加厚,栅海比增加、海绵组织排列由紧密变疏松。目前,除相关植物志对假地枫皮植物进行形态描述外,其它有关假地枫皮植物形态及结构特征方面的研究还未见报道。

## 2 地理分布及生境特点

地枫皮为广西特产中药材,唐辉等<sup>[9]</sup>对地枫皮野生资源的地理分布特点、生长特性和种群特征进行了全面调查和分析,发现地枫皮在广西的西南部、中部和西北部的岩溶地区均有自然分布,其中以桂西南的龙州县和靖西县分布最多,其次为桂中的马山县和都安县。另外,桂西北的天峨县也有少量分布;从水平分布来看,地枫皮野生资源主要分布在北纬 $22^{\circ}18'15.4''\sim 25^{\circ}2'33''$ ,东经 $106^{\circ}1'39.6''\sim 108^{\circ}46'20.6''$ ;地枫皮自然垂直分布区域在海拔450~1200 m,以500~800 m范围较为常见;主要生长在石灰岩山顶裸露岩石上或丛林中,偶见于半山腰石山疏林下,但生长较弱,不能正常开花结果;地枫皮自然繁殖能力低弱,加之其生存环境不断恶化及多年来乱采滥挖,地枫皮野生种群的自然分布范围在逐步缩小,数量越来越少,很多地段濒临灭绝或已绝迹。

假地枫皮属中国特有植物,其分布地较广,在我国安徽南部、浙江西南部、江西、福建、湖北东南部、湖南南部至东部、广东、香港和广西等地均有分布<sup>[11]</sup>。据覃海宁、刘演<sup>[12]</sup>报道假地枫皮在广西的分布地主要是上林、融水、阳朔、临桂、全州、兴安、灌阳、象州、金秀、罗城等地,常生于海拔400~2100 m的山地沟谷、山脊或山坡湿润常绿阔叶林中,能发展为群落的优势种<sup>[13]</sup>。

## 3 生理生态特性

唐辉等<sup>[14]</sup>测量林下与全光下地枫皮的叶片形态和光合-光强响应曲线,探讨光强对地枫皮的形态和生理特性的影响。结果表明:林下与全光下地枫皮叶片净光合速率、气孔导度、蒸腾速率和水分利用效率对光强的响应趋势均基本一致,但林下参数值较低;全光下地枫皮的最大净光合速率、光饱和点和光补偿点均极显著高于林下,但弱光下的量子效率无显著差异;林下地枫皮的叶长、叶宽、干物质重、叶面积和比叶面积等叶片形态参数均极显著大于全光。推断地枫皮为耐阴性较弱的阳生植物,其光合能力和光饱和点较低,是对干旱环境的适应性反应;全光下地枫皮叶片狭小降低了吸光面积,有利于避免过高光强对叶光合器官的损伤。另外,还比较分析了不同生长季节地枫皮的光合生理特性。

王满莲等<sup>[15]</sup>比较研究了4种土壤环境(养分含量高低依次为:石山土>混合土>园土>火烧土)对地枫皮种子苗生长和生物量分配的影响。发现不同土壤环境显著影响地枫皮幼苗的生长与成活率,随着土壤养分含量的增高,地枫皮幼苗的株高、基径和冠宽均显著增大,植株不同部位的干鲜重也均显著增大,地下根系更加粗壮发达。地枫皮幼苗可以通过调节生物量分配来适应养分环境的变化,养分水平低时,分配更多的生物量到根,根生物量比和根/冠比增大,养分水平高时,分配更多的生物量到叶,叶生物量比增加。石山土栽培地枫皮幼苗能获得最好的生长和较高的成活率。

目前,有关假地枫皮生理生态方面的研究还未见有报道。

## 4 药材性状鉴别及质量控制

赖茂祥等<sup>[4]</sup>对地枫皮及假地枫皮、大八角的树皮进行生药学鉴定研究,报道了地枫皮与假地枫皮、大八角在生药性状、显微特征方面的特征。地枫皮多呈卷筒状,外表面灰棕色至深棕色,有的可见灰白

色地衣斑,粗皮易剥离或脱落,脱落处棕红色,皮孔少见,微突起;内表面棕色至棕褐色,具明显的细纵皱纹;质松脆,易折断,断面颗粒状。而假地枫皮药材性状呈槽状或片状,外表面棕褐色,粗糙,常附着有灰白色地衣斑或毛须状苔藓植物;皮孔明显,栓皮不易剥落,剥落后显红棕色;内表面棕黄色至棕红色,平滑,质坚硬,不易折断,折断面平整。

高秀清等<sup>[5]</sup>描述了地枫皮与假地枫皮、大八角、红花八角、山八角等药材在性状和理化鉴别荧光下显不同的特征:地枫皮的氯仿溶液点于滤纸上,在紫外光灯(254nm)下显猩红色至淡猩红色荧光,假地枫皮、大八角显灰黄色荧光,红花八角显浅蓝紫色荧光,山八角显浅黄色荧光;地枫皮的氯仿溶液滴于层析聚酰胺片上,在紫外光灯(254nm)下显浅紫色荧光,假地枫皮、大八角显灰黄色荧光,大八角显浅黄色荧光。

孔德鑫等<sup>[16]</sup>运用 FTIR 技术研究地枫皮与假地枫皮和大八角不同部位的红外光谱差异,结果显示:3种植物不同部位的红外光谱图均有较大差异,在  $1628\text{cm}^{-1}$  处地枫皮根皮有特征吸收峰;在  $1244\text{cm}^{-1}$ 、 $1108\text{cm}^{-1}$  和  $987\text{cm}^{-1}$  等处地枫皮和大八角根皮有共同吸收峰;在  $1724\text{cm}^{-1}$ 、 $1710\text{cm}^{-1}$ 、 $1497\text{cm}^{-1}$ 、 $1484\text{cm}^{-1}$  等处地枫皮茎皮有明显特征吸收峰;地枫皮叶片  $3401\text{cm}^{-1}$  和  $614\text{cm}^{-1}$  两处的吸收峰,在假地枫皮和大八角中分别飘逸到  $3376\text{cm}^{-1}$ 、 $3345\text{cm}^{-1}$  和  $1627\text{cm}^{-1}$ 、 $1625\text{cm}^{-1}$  附近;另外,地枫皮不同部位主要化学成分构成比较相似,但是同类化学成分的含量存在较大差异。

唐辉等<sup>[17]</sup>利用红外光谱结合主成分分析模型和簇类独立软模式法(SIMCA)对不同产地地枫皮药材进行检测,同时主成分分析模型中提取载荷因子对其进行分析,结果显示:各产地红外光谱经过 SNV 标准归一化后,主成分分析模型中前3个主成分能够分析出代表87%的样品变量信息,样本在主成分空间中聚集成为7个不同的类别;SIMCA模型能成功的对不同产地未知地枫皮样本进行预测且判断准确率均达100%;载荷因子分析表明A、B及E产地样本地枫皮素,厚朴醇及芳香类化合物的含量比其他产地高,不同产地样品中芳香类物质差异主要体现在槲皮素含量的不同。

## 5 化学成分研究

### 5.1 挥发油成分

刘布鸣等<sup>[18]</sup>利用 GC、GC/MS 对地枫皮、假地

枫皮、大八角树皮挥发油成分进行对比分析,并且应用了2种不同的毛细管柱进行分离鉴定,结果显示:地枫皮挥发油的收油率为0.50%,假地枫皮挥发油的收油率为0.31%,大八角挥发油的收油率为0.18%;所鉴定的组分占色谱总馏出峰面积分别是:地枫皮94.85%,假地枫皮91.46%,大八角82.67%;3种植物的主成分存在着很大的差异,地枫皮主成分为黄樟醚,假地枫皮主成分为芳樟醇,大八角主成分1,8-桉叶素,其他的成分既有相同,也有差别。黄建梅等<sup>[19]</sup>对短柱八角和假地枫皮果皮挥发油进行了GC/MS分析,结果表明:2种挥发油成分以单萜类化合物为主,短柱八角中柠檬烯、1,8-桉叶素,芳樟醇和 $\beta$ -芹烯四者总含量为59.2%,假地枫皮中柠檬烯、1,8-桉叶素,芳樟醇三者总含量为57.74%。芮和恺等<sup>[20]</sup>采用毛细管色谱/质谱/计算机联用方法对地枫皮精油成分进行研究,共检出111种成分,鉴定了25种化合物,占精油的81.50%;主要芳香成分为黄樟醚(21.74%)、芳樟醇(15.81%)、1,2-二甲氧基-4-(2-丙烯基)苯(6.30%)、 $\alpha$ -松油醇(5.89%)、松油烯(3.80%)、萹烯-3(3.48%)、苈烯(3.19%)等共占63.25%。霍丽妮等<sup>[21]</sup>采用水蒸气蒸馏法提取地枫皮不同部位挥发油,用气相色谱-质谱联用法(GC-MS)分析鉴定其化学成分,从地枫皮叶分离出118个色谱峰,共鉴定52个化合物,占挥发油总量的98.02%;其茎(去皮)提取的挥发油中共分离出63个色谱峰,共鉴定25个化合物,占挥发油总量的94.90%;其茎皮提取的挥发油中共分离出124个色谱峰,共鉴定68个化合物,占挥发油总量的92.10%;地枫皮叶、茎(去皮)、茎皮3个部位挥发油主要成分均为异黄樟脑,其中以其茎(去皮)的含量最高,达到68.75%。

### 5.2 萜酸类、黄酮类及其他类化合物

黄平等<sup>[22~24]</sup>从地枫皮中分离并鉴定出4个四环三萜酸类化合物,即  $3\beta$ -o-acetyl-mangiferolic acid, mangiferonic acid, mangiferolic acid 和白桦脂酸;从假地枫皮的石油醚提取物中分离出5个二萜酸类化合物,其中3个是首次在假地枫皮中得到,分别为4-epi-dehydroabiatic acid、4-epi-sandaracopinaric acid、4-epi-abiatic acid。

俞建平<sup>[25]</sup>从假地枫皮的乙酸乙酯部位分离得到3个黄酮类化合物,分别鉴定为槲皮苷(quer-citrin)、槲皮素(quercetin)、未知化合物。槲皮苷、槲皮素均为首次从该植物中分离得到。俞建平<sup>[26]</sup>采用高效液相色谱法测定假地枫皮中槲皮苷

的含量,结果表明槲皮苷进样量在 0.1204 ~ 2.4080 $\mu\text{g}$  范围内呈良好的线性关系,平均回收率为 98.2%, RSD 为 0.8% ( $n=6$ )。

赖茂祥等<sup>[4]</sup>利用薄层色谱法检查地枫皮素、厚朴酚、 $\beta$ -谷甾醇等成分在地枫皮、假地枫皮、大八角树皮中的存在情况,结果表明:地枫皮、假地枫皮、大八角树皮中均含地枫皮素、 $\beta$ -谷甾醇成分,地枫皮中还含厚朴酚成分。方磊等<sup>[27,28]</sup>从地枫皮中分离得到 7 个木脂素类化合物,还得到了(E)-3,4-methylene-dioxy-cinnamaldehyde, dehydrodieugenol A, dehydrodieugenol B, (E)-3,4-methylenedioxy-cinnamylalcohol; odoratisol B, 3-(3,5-dimethoxyphenyl)-2-propen-1-ol 和 2-羟基黄樟醚鼠李糖基葡萄糖苷(rhamnosyl glucoside of 2-hydroxy safrole)等化合物。

## 6 药理作用研究及临床应用

刘元等<sup>[29]</sup>对地枫皮类药理研究发现地枫皮及假地枫皮、大八角均有一定毒性,假地枫皮毒性最大,地枫皮次之,大八角毒性最小;通过镇痛试验扭体法和光辐射热甩尾法,结果表明:在相同剂量下,地枫皮、假地枫皮、大八角镇痛效果相似;通过小鼠耳廓巴豆油致炎模型,大鼠角叉菜胶关节肿胀模型以及醋酸引起的小鼠腹腔毛细血管通透性模型的研究表明 3 种药材都有一定的抗炎效果。赵氙等<sup>[30]</sup>比较狭叶茴香和假地枫皮根皮提取物注射液的抗炎镇痛作用,结果表明这两种注射液均表现出显著的抗炎镇痛作用,没有出现显著性差异。

姚小琴<sup>[31]</sup>报道:地枫皮饮片 100g, 50 $^{\circ}\text{C}$  米酒 2000ml, 密封浸泡 15d 制成的地枫皮酒治疗风湿性关节炎患者 11 例,取得较为满意的疗效。此外,目前以地枫皮为主药或辅以相关药材制成的制剂有:风湿关节炎片、风寒双离拐片、风湿安泰片、追风舒经活血片、舒筋丸、腰腿痛丸等数十种。

## 7 发展方向和建议

目前国内对地枫皮的研究主要集中在野生资源状况、光合生理生态特性、化学成分、挥发油的提取、真伪鉴别和药理药性方面;而对假地枫皮的研究还比较少,主要集中在化学成分和真伪鉴别方面,并且很大一部分是把假地枫皮当成地枫皮的伪品依附在地枫皮真伪鉴别的研究中。

地枫皮药材虽被历版《中国药典》收载,但是其起主要药效的有效成分未得到明确,这对开展其质

量控制及临床应用方面的研究带来了一定困难。因此,建议在今后的研究工作中,应在原有的基础上,进一步对地枫皮的有效成分,药理药效,质量控制及临床应用方面进行研究,以明确其发挥药理作用的化学物质基础,并深入系统的研究其药理活性,为临床用药奠定基础。

地枫皮是一种长期生存在岩溶山顶极端恶劣环境条件下的适生植物,在生存过程中不但要遭受“岩溶干旱”胁迫,而且还要遭受土壤高钙生态因子的胁迫。经过长期的自然选择和生存竞争,无论从外部形态、解剖构造,还是从内部生理生化特植物性及遗传变异等多方面都形成了一套对周围极端环境的适应机制。因此,开展地枫皮在钙、水双重胁迫下的交叉适应机制研究,揭示其在极端环境条件下的生存对策,为进一步开展岩溶地区物种保护、退化生态系统的恢复和种质资源的持续利用研究提供科学理论依据,应是今后研究的重点方向之一。

假地枫皮也是一种民间药材,常用其根皮和茎皮煎汤口服治疗风湿骨痛、跌打损伤、瘀血肿痛。但是假地枫皮的毒性较大,应进一步开展假地枫皮的毒性成分及药理药效研究,通过控制假地枫皮活性成分及对活性成分进行结构修饰,从分子水平科学地降低其毒性而又不影响、甚或增加其疗效,使其能真正成为地枫皮的替代药材,发挥其分布广、资源丰富及生长快的优势,以缓解地枫皮资源紧张,并为开发新药源奠定基础。随着国内外对地枫皮和假地枫皮研究的不断深入,两种植物将在多种领域中有着更广阔的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 傅立国. 中国植物红皮书——稀有濒危植物: 第 1 册[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 62.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1995.
- [3] 王景祥. 浙江植物志[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1992: 541.
- [4] 赖茂祥, 饶伟源, 杨敏, 等. 地枫皮及其混伪品的生药鉴别[J]. 中药材, 1997, 20(12): 601-604.
- [5] 高秀清, 刘敏, 李永升. 地枫皮与其伪品的鉴别[J]. 时珍国医国药, 2002, 13(11): 665-666.
- [6] 李婷, 谢丽莎, 龚志强. 假地枫皮的研究进展[J]. 中国中医药现代远程教育, 2010, 8(18): 11-12.
- [7] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第三十卷第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 218.
- [8] 广西科学院广西植物研究所. 广西植物志第一卷: 种子

- 植物[M]. 南宁:广西科学技术出版社,1991:99-105.
- [9] 唐辉,史艳财,孔德鑫,等.岩溶特有植物地枫皮的种质资源调查及地理分布[J].广东农业科学,2011,12:113-117.
- [10] 孔德鑫,李雁群,梁惠凌,等.地枫皮营养器官解剖结构特征及其叶片结构的生态适应性[J].基因组学与应用生物学,2012,31(3):282-288.
- [11] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志:第三十卷第一分册[M].北京:科学出版社,1979:203.
- [12] 覃海宁,刘演.广西植物名录[M].北京:科学出版社,2010:56.
- [13] 黄川腾,唐光大,刘乐,等.广东天井山云锦杜鹃种群及其所处群落特征[J].西南林学院学报,2010,30(6):15-19.
- [14] 唐辉,王满莲,韦记青,等.林下与全光下地枫皮叶片形态和光合特性的比较[J].植物生理学通讯,2010,46(9):949-952.
- [15] 王满莲,孔德鑫,邹蓉,等.不同土壤环境对地枫皮幼苗生长和生物量分配的影响[J].作物杂志,2013,3:67-70.
- [16] 孔德鑫,唐辉,韦霄,等.中药地枫皮及其伪品的 FTIR 分析与鉴定[J].光谱实验室,2010,27(6):2417-2421.
- [17] 唐辉,孔德鑫,梁惠凌,等.不同产地地枫皮的红外光谱和化学计量学快速评价[J].北京林业大学学报,2012,34(3):137-141.
- [18] 刘布鸣,赖茂祥,蔡全玲,等.地枫皮、假地枫皮、大八角 3 种植物挥发油化学成分对比分析[J].药物分析杂志,1996,16(4):236-240.
- [19] 黄建梅,杨春澍,唐恢天.短柱八角和假地枫皮果皮挥发油的气相色谱-质谱分析[J].中国中药杂志,1996,21(10):618-620.
- [20] 芮和恺,季伟良.地枫皮精油化学成分的研究[J].广西植物,1992,12(4):381-383.
- [21] 霍丽妮,李培源,邓超澄,等.广西地枫皮不同部位挥发油化学成分比较[J].中国实验方剂学杂志,2010,16(16):81-84.
- [22] 黄平,西正敏,郑学忠,等.中药地枫皮中三萜酸类成分研究[J].药学学报,1997,32(9):704-707.
- [23] 黄平, Gloria Karagianis, Peter G Waterman. 假地枫皮中二萜酸类化合物研究[J].天然产物研究与开发,2005,17(3):309-312.
- [24] 黄平,杨敏,赖茂祥,等.中药地枫皮的化学成分研究[J].药学学报,1996,31(4):278-281.
- [25] 俞建平,威雁飞,祝明.假地枫皮中黄酮类化合物研究[J].中国现代应用药学杂志,2008,25(3):208-209.
- [26] 俞建平,鲁敏,祝明.高效液相色谱法测定假地枫皮中槲皮苷的含量[J].医药导报,2008,27(4):461-462.
- [27] 方磊,王家明,庾石山.地枫皮化学成分研究[C].第十届全国中药和天然药物学术研讨会论文集,2009,112-116.
- [28] Isao Kouno, Yang Chunshun, Yukari Yanagida, et al. Neolignans and a phenylpropanoid glucoside from *Illicium difengpi* [J]. Phytochemistry, 1993, 32(6): 1573.
- [29] 刘元,韦焕英,姚树汉,等.地枫皮类药理作用研究[J].湖南中医药导报,1997,3(2-3):71-74.
- [30] 赵胤,何玲,张陆勇,等.两种八角属木兰科植物提取物抗炎镇痛作用的比较[J].中国天然药物,2009,7(4):307-311.
- [31] 姚小琴.地枫皮酒治疗风湿性关节炎 11 例[J].浙江中西医结合杂志,1995,6(3):178.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第 163 页)

- [18] Zhu H, Shanks B H, Choi D W, et al. Effect of functionalized MCM41 nanoparticles on syngas fermentation[J]. Biomass Bioenergy, 2010, 34: 1624-1627.
- [19] Munasinghe P C, Khanal S K. Syngas fermentation to biofuel: Evaluation of carbon monoxide mass transfer and analytical modeling using a composite hollow fiber (CHF) membrane bioreactor[J]. Bioresour Technol, 2012, 122: 130-136.
- [20] Michael N Ukpong, Hasan K Atiyeh, Marthah J M De Lorme, et al. Physiological response of *Clostridium carboxidivorans* during conversion of synthesis gas to solvents in a gas-fed bioreactor [J]. Biotechnology and Bioengineering, 2012, 109: 2720-2728.

(责任编辑:陈小玲,尹 闯)