

· 综述 ·

江蓠的资源与利用

许忠能,林小涛*

(暨南大学生命科学技术学院,广东 广州 510632)

摘要: 介绍江蓠属的资源概况、生物活性物质的检出与药理作用,以及有关该藻的生物工程技术,并提出了研究中尚存的问题及发展前景。

关键词: 江蓠;资源;活性物质;生物技术

中图分类号: R282.71 文献标识码: A 文章编号: 0253-2670(2001)07-0654-04

Resources and utilization of *Gracilaria* Greville

Xu Zhong-neng, LIN Xiao-tao

(College of Life Science and Technology, Jinan University, Guangzhou Guangdong 510632, China)

Key words *Gracilaria* Greville; resources; active substances; biotechnology

江蓠属(*Gracilaria* Greville)以“龙须菜”、“鹿角菜”、“凤尾菜”等名称入药,古代药著描述该药生于东南海边石上,味甘性寒,有软坚化痰、清热利水的功效^[1,2]。近30多年来,在江蓠的资源、有效成分提取与利用、生物工程技术等方面的研究取得了较大进展。

1 资源

江蓠是大型底栖海藻,其分类目前尚有争议,我国学者认为江蓠属隶属于红藻门(Rhodophyta)真红藻纲(Florideae)杉藻目(Gigartinales)江蓠科(Gracilariaceae)^[3]。全世界江蓠约100多种,根据目前鉴定在我国有自然分布的约30种,遍及从北到南的广阔海域,其中不乏我国特有品种(表1)。而真江蓠中的筒枝变种*Gracilaria asiatica* var. *zhengii* Zhang et Xia 樊氏江蓠、团集江蓠、长喙江蓠、混和江蓠、山本江蓠都是90年代在我国发现的新品种。

虽然江蓠有上百种,但目前全世界只有10余种进行人工养殖,包括真江蓠、细基江蓠、粗江蓠、脆江蓠、绳江蓠、龙须菜、芋根江蓠、凤尾菜、缢江蓠、地衣江蓠*G. lichenoids* 多明江蓠*G. domingensis* 提克江蓠*G. tikvahiae* 可食江蓠*G. edulis*^[4]。除后3种外,其他养殖品种在我国均已进行人工养殖。

2 活性成分及药理作用

2.1 琼脂: 江蓠干重的20%~30%是琼脂^[5]。琼脂或其衍生物可作生物医学材料、保健食品,并具抗病毒活性。琼脂长期用来制作培养基,生化分析与临床化验中的电泳、层析等技术常用到琼脂或琼脂糖。以琼脂作为膜材料研制的新型血液净化材料用于血液灌流可选择吸附毒性物质^[6]。利用氨基化修饰的琼脂微载体是高密度悬浮培养肝细胞的理想方法之一,在生物人工肝研究上有一定作用^[7]。作为水溶性食物

纤维,琼脂通过促进肠胃蠕动以防便秘,通过阻止对脂肪、胆固醇、化学致癌物质的吸收以防心血管病与结肠癌^[8]。琼脂类硫酸多糖对 β 型流感病毒、腮腺炎及脑膜炎病毒有抑制作用^[1]。

2.2 藻红蛋白(phycoerythrin): 江蓠藻体富含藻红蛋白^[9]。藻红蛋白是一类寡聚蛋白。它对癌细胞有光动力杀伤作用,可检测病理抗原,并具类胰岛素活性。在pH5时,藻红蛋白与S₁₈₀小鼠腹水瘤细胞结合力最强,结合部位随藻红蛋白浓度而改变并逐渐进入细胞内部,经激光激发产生活性氧组分破坏生物大分子^[10]。以IgG-藻红蛋白为标记荧光抗体研究急性心肌梗死(AMI)患者外周血T淋巴细胞表面活性物,结果表明,AMI患者T淋巴细胞表达人白细胞-DR抗原(HLA-DR)异常,与患者免疫功能紊乱有关^[11]。藻红蛋白具有竞争取代结合在豚鼠抗猪胰岛素血清上的¹²⁵I-胰岛素,表明藻红蛋白与胰岛素有一定程度的相似,并可能与一些海藻降血糖效应有关^[12]。

2.3 藻蓝蛋白(phycoeyanin): 藻蓝蛋白是江蓠中一种光合作用天线色素蛋白,属生物活性成分^[9]。藻蓝蛋白也是一类寡聚蛋白,具有抑制瘤细胞、强化免疫系统、提高造血功能、作激光治癌的光敏剂等医用价值。40~160 μ g/mL的藻蓝蛋白对人类白血病HL-60细胞集落形成有显著的抑制作用,且存在浓度效应与时间效应^[13]。藻蓝蛋白刺激造血功能,可用于临床辅助治疗血液疾病^[14]。用藻蓝蛋白处理人大肠癌细胞株HR-8348及小鼠S₁₈₀移植瘤,以铜激光辐照后,结果证实在体内外都能显著杀伤癌细胞^[15]。与藻红蛋白一样,藻蓝蛋白具有强烈的荧光效应,在分子生物学上被制成荧光探针用于免疫学、细胞学方面的研究。

* 收稿日期: 2001-02-22

基金项目: 国家自然科学基金“九·五”赤潮重大项目(39790110)

作者简介: 许忠能(1973-),男,理学硕士,助教,研究水生生物及动物生理生态。已发表论文8篇。Tel (022) 85220239

表 1 我国的江蓠属资源

名 称	生 态 习 性	产 地
龙须菜 <i>Gracilaria lemaneiformis</i>	长于潮间带下部沙沼中到潮下带,半埋于有沙覆盖的岩石上	山东
绳江蓠 <i>G. chorda</i>	潮间带覆沙岩石上	海南
真江蓠 <i>G. asiatica</i>	多在潮间带至潮下带上部的石头、贝壳、竹材和木料上	辽东半岛至广东南澳岛,向西到广西防城港沿岸
巨孢江蓠 <i>G. megaspora</i>	潮间带泥滩石砾上	福建
樊氏江蓠 <i>G. fanii</i>	未明	广东,我国特有种
硬江蓠 <i>G. firma</i>	出现在退潮后的水深约 0.5 m 的水洼或水沟的石块或贝壳上	广东和广西
芋根江蓠 <i>G. blodgettii</i>	有淡水流入的内湾,中潮带泥沙滩的贝壳或石块上	福建、台湾、广东和海南
张氏江蓠 <i>G. changii</i>	潮间带大石块边缘	广东或广西
海南江蓠 <i>G. hainanensis</i>	附生在内湾及有淡水流入的泥沙滩的砂粒或贝壳上	海南
混合江蓠 <i>G. mixta</i>	低潮带砂砾及贝壳上	广东,我国特有种
红江蓠 <i>G. rubra</i>	大干潮线下约 10 m 的泥沙滩底质的死螺壳上或鱼塭中	海南,我国特有种
粗江蓠 <i>G. gigas</i>	平静海湾的中低潮带的泥沙石砾上	广东
凤尾菜 <i>G. eucheumoides</i>	大干潮线附近	台湾和海南
徽房江蓠 <i>G. coronopifolia</i>	生长在潮间带石沼中或大风后冲上岸	台湾和海南
帚状江蓠 <i>edulis</i>	中、低潮带的岩石上或石沼中	海南
繁枝江蓠 <i>G. bangmeiana</i>	中潮带岩石上	海南
弓江蓠 <i>G. arcuata</i>	生于大干潮线以下礁湖内的碎珊瑚上,中、低潮带岩石上,及环礁内低潮线下的珊瑚礁上	海南岛、东沙群岛和西沙群岛
长喙江蓠 <i>G. longirostris</i>	有淡水流入的潮间带浅水沟内的砂砾或贝壳上	广东,我国特有种
细基江蓠 <i>G. tenuistipitata</i>	有淡水流入的内湾泥沙滩沙粒的贝壳上,烂泥底的鱼塭中或人工养殖池中	福建、广东、广西、海南及台湾
脆江蓠 <i>G. chouae</i>	在潮间带较低处石沼中或潮下带砂石或贝壳上	浙江与福建,我国特有种
异枝江蓠 <i>G. bailinae</i>	在中潮到低潮带泥底或流动的水沟和石头上	广东和海南
缢江蓠 <i>G. sailicornia</i>	平静并有淡水流入的港口或内湾的低潮带的泥沙滩或潮下带有 1~3 m 处的贝壳及石砾上	广东、海南和台湾
节江蓠 <i>G. articulata</i>	长在内湾及港口有淡水流入的泥沙滩上,附生于砂石及小贝壳上	海南
刺边江蓠 <i>G. spinulosa</i>	中潮带岩石上	海南和台湾
团集江蓠 <i>G. glomerata</i>	潮间带石沼中	海南,我国特有种
楔叶江蓠 <i>G. cuneifolia</i>	潮下带,常被风浪冲上岸来	海南
山本江蓠 <i>G. yamamotoi</i>	低潮带附近迎风浪的岩石上	海南,我国特有种
斑江蓠 <i>G. punctata</i>	未明	台湾
扁江蓠 <i>G. textorii</i>	低潮带的石沼中及大干潮线附近岩石上	辽宁和山东

2.4 前列腺素 (prostaglandins)与事后避孕活性物 (post-coital contraceptive agents): 日本神奈县有人因食真江蓠中毒死亡,经研究发现该地区这种江蓠中有极高含量的前列腺素,可造成中毒^[16]。Sajiki等采用 HPLC法测定了真江蓠中前列腺素的含量^[17, 18]。Ratnasooriya等发现受孕后 1~7 d 的小鼠口服皮江蓠 *G. corticata* 粗提物具有事后避孕活性,在胚泡植入子宫内膜前起作用,且呈显著的效应-剂量关系,暂未发现有副作用^[19]。

2.5 血凝素 (hemagglutinin): Kanoh 等在真江蓠中分离出一种二聚体硫酸糖蛋白血凝素,该物质含有 92% 的碳水化合物,相对分子量为 49 ku,等电点为 3.8,其活性对热敏感而对蛋白酶和高碘酸不敏感,并对不同动物红细胞的凝集反应有差异:兔>马>豚鼠>鹅^[20]。另外,Chiles 等从提克江蓠、脆江蓠中也分离出血细胞凝集素,初步测定了理化特征与凝集活性^[21, 22]。

2.6 水溶性多糖:真江蓠中的水溶性多糖 (GWS)可促进小鼠吞噬细胞的活性。而酶解后的水溶性多糖 (GWS-E)经腹腔注射后,可显著提高小鼠腹腔分泌细胞 (PEC)的数量、吞噬能力及对氧化物质的分泌活性,同时也促进脾巨噬细胞 (SPM)分泌氧化物质清除异物;当小鼠口服 GWS-E 时,对

SPM 活性的促进存在明显的量效关系,但对 PEC 则有最适浓度^[23]。

2.7 抗氧化活性提取物:江蓠的活性氧清除活性可用 DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)法筛选,用 DPPH 法测出真江蓠的氯仿、乙酸乙酯、丙酮和甲醛提取物对自由基的清除率分别为 5%、13%、35% 和 40%。实验结果表明,在以过氧化氢为羟基自由基供体条件下,真江蓠的水溶性提取物对羟基自由基的清除率达 50% 以上,可初步认为真江蓠具有清除羟基自由基以保护 DNA 的功能^[24]。

2.8 其他:江蓠的粗脂肪占干重的 0.85%~2.50%,含较多的多烯不饱和脂肪酸 (PUFA),其中 C₂₀:5 (EPA)和 C₂₂:6 (DHA)占总脂肪酸的 50% 左右,而 EPA 与 DHA 具有降血压和促进脑发育及神经系统功能完善等作用^[25, 26]。江蓠中还有别藻蓝蛋白 (allophycocyanin)、类胡萝卜素、叶绿素衍生物等多种活性成分。

3 生物技术

3.1 原生质体分离与融合:海藻原生质体融合使自然条件下不能杂交的物种进行基因组重组,创造生物的新类型。采用海洋微生物发酵提取的琼胶酶在 pH 6.5,温度为 25℃,并在以 0.75 mol/L 的 NaOH 作为渗透剂的条件,经 3.5 h

酶解,分离得到江蓠原生质体,且原生质体占解离细胞总数的80%以上;经初步培养,江蓠原生质体发育为愈伤组织^[27]。在江蓠原生质体分离过程中曾发现同源原生质体的自发融合,但这种融合在遗传重组上意义不大,非同源原生质体的融合将有更大的基因重组优势^[24]。

3.2 江蓠细胞内质粒的发现:质粒的发现既有遗传分析上的意义,同时为藻类基因工程提供了潜在的载体。目前已在8种江蓠中发现有质粒的存在,分别是龙须菜、智利江蓠、真江蓠、*G. pacifica* *G. robusta* *G. sordida* *G. textorii* 和 *G. tekhahiae*,质粒数目在1~4之间。极有可能将江蓠的质粒构建成基因工程载体:用质粒的复制起点或质粒与核DNA同源重组的序列嵌入选择标记,改造成穿梭载体,使外源基因在江蓠细胞中游离表达或整合表达^[28]。

3.3 基因克隆与识别:一些调控江蓠生理生化的基因已被克隆与识别。真江蓠中的核基因 *GapA*及 *m-ACN* 已被克隆和测序, *GapA*编码的蛋白是甘油醛-3-磷酸脱氢酶(glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase),其中一个转运肽编码位点的剪接体内含子与高等植物中 *GapA*, *GapB*的一个内含子相似^[29]; *m-ACN*编码线粒体顺乌头酸酶(mitochondrial aconitase),这是在行光合作生物中首次被鉴定出来^[30]。另外,真江蓠中的 *UB16R*基因也已被克隆识别,该基因编码由6个遍在蛋白(ubiquitin)通过谷氨酰胺连接的聚遍在蛋白(polyubiquitin),经测序发现真江蓠的遍在蛋白与动物、高等植物有极高的相似性^[31]。半乳糖的代谢是大多数生物的重要生理过程,在江蓠 *G. gracilis*中鉴定出起关键作用的半乳糖-1-磷酸尿苷酰转移酶(galactose-1-phosphate uridylyltransferase, *CALT*)的基因 *GgGALT1*,这个基因明显缺乏内含子,由它编码的多肽与人类的 *CALT*有许多相同序列^[32]。一个没有内含子的 *GgSBE1*基因也在 *G. gracilis*中被鉴定出,它编码的多肽是淀粉枝链酶(*SBEs*)的一个同系物,该多肽在胞质内催化多糖的生物合成^[33]。

4 展望

在我国,由于深水采集技术与设备都相对落后,因此采集到的江蓠大部分是潮间带种类,相信在加强深水潜采的投入后,江蓠的自然资源会比现在更丰富。另外,国外优良品种的引入以及生物技术创造的新品系对江蓠种类多样化也有一定的作用。但同时看到,一些海区由于受到不同程度的污染,致使江蓠的数量或质量不断下降。对于是否有必要防止江蓠基因库变小的问题,从药用价值的角度看,丰富的种类及数量是筛选新药及替代药源的有利条件。

江蓠化学组成存在明显的地区差异^[18],因此,应考虑到藻体生物活性成分的稳定性可能受季节与地理分布的影响,甚至某些活性成分或许不是由江蓠产生,而是对环境特殊物质的积累结果。同时,可以质疑江蓠生物活性成分对人体或动物的真正效用,一方面是一些药理试验的重复性、可靠性尚待验证,另一方面,不少药用成分处于初筛阶段,尤其只有体外试验初步结果的物质。另外,是否存在可由江蓠产生但由于环境条件限制而含量极微的活性物质呢,此类研究尚是

盲点,进一步探索也许要借助生物工程技术。

调控江蓠生理及药用成分的基因的识别与克隆、质粒的发现和原生质融合体的获得等都为江蓠的高质量培育与生物活性物质生产、提取提供了部分帮助,尽管技术并不成熟。目前,对于大型藻类是否适合作为转基因生物的问题仍在争论。但是,继续将包括转基因技术在内的生物技术应用于江蓠研究无疑对提高江蓠的药用价值、创造优良的品种是有意义的。

参考文献:

- [1] 吴征溢. 新华本草纲要[M]. 第三册. 上海:上海科学技术出版社, 1990.
- [2] 唐德才, 虞舜. 鹿角菜名实考辨[J]. 山东中医杂志, 1996, 15(12): 558-559.
- [3] 夏邦美. 中国海藻志[M]. 第二卷. 北京:科学出版社, 1999.
- [4] 刘思俭. 江蓠养殖[M]. 北京:农业出版社, 1988.
- [5] 纪侯明. 海藻化学[M]. 北京:科学出版社, 1997.
- [6] 马育, 汤先觉, 杨晓兰. 血液净化吸附剂研究交联琼脂包嵌凹凸棒(CAA)微囊的吸附性能[J]. 重庆医科大学学报, 1999, 24(1): 71-73.
- [7] 徐涛, 李少林, 潘继伦, 等. 琼脂微载体的制备及肝细胞附着生长情况的研究[J]. 高等学校化学学报, 1999, 20(8): 1230-1232.
- [8] 赵谋明, 刘通讯, 吴晖, 等. 江蓠藻的营养学评价[J]. 营养学报, 1997, 19(1): 64-70.
- [9] 张学成, 程晓杰, 隋正红, 等. 江蓠属藻胆体的研究 I. 藻胆体的分离及吸收光谱特性[J]. 青岛海洋大学学报, 1999, 29(2): 265-269.
- [10] 李冠武, 王广策, 齐媛, 等. *R*藻红蛋白光动力杀伤的形态学机制研究[J]. 中国科学技术大学学报, 1999, 29(5): 560-564.
- [11] 张志方, 王巍松, 张春艳, 等. 急性心肌梗死患者外周 T 淋巴细胞表达人白细胞-DR 抗原的变化[J]. 中国动脉硬化杂志, 1999, 7(2): 133-136.
- [12] 曾繁杰, 杨紫萱, 刘惠平, 等. 条斑紫菜的藻胆蛋白的研究 I. *R*藻红蛋白的物理和免疫化学性质[J]. 中国科学(B 辑), 1986, (4): 364-368.
- [13] 刘宇峰, 徐力致, 张成武, 等. 红藻藻蓝蛋白对 HL-60 细胞生长的抑制作用[J]. 中国海洋药物, 2000, (1): 20-24.
- [14] 张成武, 殷志敏, 欧阳平凯. 藻胆蛋白的开发与利用[J]. 中国海洋药物, 1995, (3): 52-53.
- [15] 蔡心涵, 郑树, 何立明, 等. 藻蓝蛋白用于激光治癌的研究[J]. 中华实验外科杂志, 1995, 12(5): 290-291.
- [16] Noguchi T, Matsui T, Miyazawa K, et al. Poisoning by the red alga 'ogonori' (*Gracilaria verrucosa*) on the Nojima Coast, Yokohama, Kanagawa Prefecture, Japan[J]. Toxicol, 1994, 32(12): 1533-1538.
- [17] Sajiki J, Kakimi H. Identification of eicosanoids in the red alga, *Gracilaria asiatica*, using high-performance liquid chromatography and electrospray ionization mass spectrometry[J]. J Chromatogr A, 1998, 795(2): 227-237.
- [18] 华玉琴, 孙建华, 李会轻, 等. 我国真江蓠生物活性物质 PG 的检出[J]. 中国海洋药物, 2000, (3): 31-32.
- [19] Ratnasooriya W D, Premakumara G A, Tillekeratne L M. Post-coital contraceptive activity of crude extracts of Sri Lankan marine red algae[J]. Contraception, 1994, 50(3): 291-299.
- [20] Kanoh H, Kitamura T, Kobayashi Y. A sulfated proteoglycan from the red alga *Gracilaria verrucosa* is a hemagglutinin[J]. Comp Biochem Physiol(B) [J], 1992, 102(3): 445-449.
- [21] Chiles T C, Bird K T. *Gracilaria tikvahiae* agglutinin-Partial purification and preliminary characterization of its carbohydrate specificity[J]. Carbohydr Res, 1990, 207(2): 319-326.

- [22] Okamoto R, Honi K, Miyazawa K, *et al.* Isolation and characterization of a new hemagglutinin from the red alga *Gracilaria bursa-pastoris* [J]. *Experientia*, 1990, 46(9): 975-977.
- [23] Yoshizawa Y, Tsunehiro J, Nomura K, *et al.*. In vivo macrophage-stimulation activity of the enzyme-degraded water-soluble polysaccharide fraction from a marine alga (*Gracilaria verrucosa*) [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 1996, 60(10): 1667-1671.
- [24] 范晓,张士瑾,秦松,等.海洋生物技术新进展[M].北京:海洋出版社,1999.
- [25] 周建政,吴葆杰,张岫美.鱼油中EPA和DHA对麻醉大鼠左室功能的影响[J].*中国海洋药物*,1995,(3):5-8.
- [26] 张侃,韩蓁,黎海芪.必需脂肪酸对脑发育和功能的影响[J].*国外医学·妇幼保健分册*,1996,7(3):99-101.
- [27] 初建松,刘万顺,张朝阳.江蓠原质体分离和培养的初步研究[J].*海洋通报*,1998,17(6):17-20.
- [28] 陈颖,李文彬,孙勇如.藻类基因工程的研究技术及方法[J].*植物学通报*,1999,16(4):321-331.
- [29] Zhou Y H, Ragan M A. Cloning and characterization of the nuclear gene encoding plastid glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase from the marine red alga *Gracilaria verrucosa* [J]. *Curr Genet*, 1994, 26(1): 79-86.
- [30] Zhou Y H, Ragan M A. Characterization of the polyubiquitin gene in the marine red alga *Gracilaria verrucosa* [J]. *Biochem Biophys Acta*, 1995, 1261(2): 215-222.
- [31] Zhou Y H, Ragan M A. Characterization of the nuclear gene encoding mitochondrial aconitase in the marine red alga *Gracilaria verrucosa* [J]. *Plant Mol Biol*, 1995, 28(4): 635-646.
- [32] Lluisma A O, Ragan M A. Characterization of a galactose-1-phosphate uridylyltransferase gene from the marine red alga *Gracilaria gracilis* [J]. *Curr Genet*, 1998, 34(2): 112-119.
- [33] Lluisma A O, Ragan M A. Cloning and characterization of a nuclear gene encoding a starch branching enzyme from the marine red alga *Gracilaria gracilis* [J]. *Curr Genet*, 1998, 34(2): 105-111.

贯叶连翘活性成分研究新进展

李宏^{1,2},姜怀春³,邹国林^{1*}

(1. 武汉大学生命科学学院,湖北 武汉 430072; 2. 重庆教育学院 生命科学与化学系,重庆 400067; 3. 重庆商学院科研处,重庆 400067)

摘要:介绍了贯叶连翘的活性成分,抗抑郁、抗肿瘤、抗病毒等药理作用和副作用的研究新进展。

关键词:贯叶连翘;活性成分;药理作用;副作用

中图分类号: R282.71 文献标识码: A 文章编号: 0253-2670(2001)07-0657-04

Advances in studies on active constituents of *Hypericum perforatum*

LI Hong^{1,2}, JIANG Huai-chun³, ZOU Guo-lin¹

(1. College of Life Science, Wuhan University, Wuhan Hubei 430072, China; 2. Department of Life Science and Chemistry, Chongqing College of Education, Chongqing 400067, China; 3. Department of Scientific Research, Chongqing Institute of Commerce, Chongqing 400067, China)

Key words *Hypericum perforatum* L.; active constituents; pharmacological effects; side effects

贯叶连翘 *Hypericum perforatum* L. (HPL),又名千层楼、圣·约翰草(St. John's wort),属藤黄科金丝桃属。花及叶片上多腺点,含多种有药理作用的成分。在欧洲(尤其是德国)作民间草药用于治疗创伤、抗抑郁、抗风湿、治痛风等已有几千年的历史^[1],但只是在发现其有抗肿瘤和抗 HIV 病毒后全世界才掀起对其研究的热潮。现综述如下。

1 活性成分的提取与分析

对 HPL 中活性成分的提取,以前多采用甲醇提取法^[2],但因甲醇有毒,现也多用乙醇提取^[3]获得贯叶连翘提取物(EHPL)。虽然不少研究人员已应用过多种方法(包括分光光度法、HPLC法^[4]、HPTLC法^[5]、HPLC-EMS法等)对其

中的活性成分进行了分离与分析,但这方面的研究工作仍然层出不穷。原因之一是不同栽培条件下、不同环境中生长的贯叶连翘,其提取物中的活性成分有差异,另一原因是不同提取条件下获得的 EHPL其活性成分也不同^[2,3]。目前已知, EHPL中至少含有 10种有药理作用的成分^[2],主要有:苯丙烷、黄酮醇衍生物、黄酮类(例如二黄酮)、前花青素、氧杂蒽酮、间苯三酚(例如贯叶金丝桃素 HYF及其同系物伪金丝桃素)、金丝桃素(HY)及其衍生物(例如假金丝桃素 PHY)和一些前体物质(例如原金丝桃素、金丝桃辅脱氢二酮)等萜并二萜酮类,一些基本的油性成分和一些氨基酸^[6]等成分。

* 收稿日期: 2001-02-06

作者简介:李宏(1963-),女,重庆教育学院讲师,武汉大学生命科学学院硕士研究生。Tel (023)62769715

E-mail lihongc@163.net

* 通讯联系人