

植物环烯醚萜类化合物生物活性研究进展

马养民*, 汪洋

(陕西科技大学教育部轻化工助剂化学与技术重点实验室, 西安 710021)

[摘要] 环烯醚萜类化合物是一类重要的植物次生代谢产物, 具有广泛的生物活性, 作者对此类化合物的分布、生物活性进行综述。总结了环烯醚萜类化合物在糖尿病治疗、保肝、抗炎、抗菌、抗肿瘤等方面的应用, 为相关药用植物的开发及该类化合物在医药领域上的进一步应用提供参考。

[关键词] 环烯醚萜; 分布; 生物活性

[中图分类号] R282.7 [文献标识码] A [文章编号] 1005-9903(2010)17-0234-06

Advances in Research of Biological Activities of Iridoids in Plants

MA Yang-min*, WANG Yang

(Key Laboratory of Auxiliary Chemistry & Technology for Chemical Industry, Ministry of Education, Shanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

[Abstract] Iridoids, which exhibit various biological activities, are a kind of important secondary metabolites in plants. Researches on distribution and biological activities of iridoids were reviewed. Iridoids have a wide range of biological activities, such as diabetic treatment, protecting liver, anti-inflammatory, antibacterial, antitumor activity et al. All these could serve as referential basis for the effective exploration of medicinal plants and further medical using of iridoids.

[Key words] iridoids; distribution; biological activity

环烯醚萜类(iridoids)化合物是植物界广泛分布的一类单萜, 具有环戊烷并吡的特殊环状结构, 且多以苷类形式存在(图1)。此类化合物在C₃和C₄之间存在双键, C₄, C₈多连有甲基, 且易氧化成-CH₂OH, -CH₂OR, -COOH, -COOR等基团。分子中环戊烷部分可呈现出不同的氧化态, C₅₋₆, C₆₋₇, C₇₋₈间均可形成双键。C₇₋₈可存在环氧结构, C₇₋₈断裂后, 则形成裂环烯醚萜类化合物^[1](图2)。作为重要的植物次生代谢产物, 其不仅在吲哚生物碱的合成及植物分类学方面上具有重要意义, 更具有广泛的生物活性。本文将从分布、生物活性等方面对该类化合物进行综述。

此类化合物按结构可分为环烯醚萜苷(iridoid glycosides)、裂环烯醚萜(secoiridoids)、非苷环烯醚萜(non glycosidic iridoids)、聚合环烯醚萜(bisiridoids)4类^[2]。自然界中以环烯醚萜苷类的数量最多, 在高等植物中分布广泛。

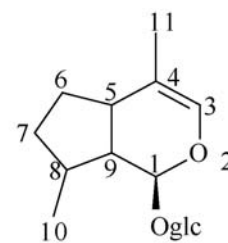


图1 环烯醚萜基本骨架

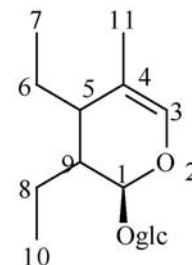


图2 裂环烯醚萜基本骨架

1 环烯醚萜类化合物的分布

环烯醚萜类化合物主要分布于双子叶植物中, 为许多植物药的有效成分。如地黄、玄参、栀子、龙胆、车前草、山茱萸、马钱子、忍冬、肉苁蓉、鸡屎藤和胡黄连中均含有此类化合物^[1]。通过查阅文献, 在前人工作的基础上, 我们总结了4大类环烯醚萜化合物在植物各科的分布情况, 见表1^[1,3-9]。

[收稿日期] 20100723(002)

[通讯作者] * 马养民, 教授, 博士生导师, 从事天然产物化学研究工作, Tel: 029-86172822, E-mail: mym63@sina.com

表 1 环烯醚萜类化合物在双子叶植物各科分布

植物类别	环烯醚 萜苷	裂环烯 醚萜	非苷环 烯醚萜	聚合环 烯醚萜	植物 类别	环烯醚 萜苷	裂环烯 醚萜	非苷环 烯醚萜	聚合环 烯醚萜
楝科	-	+	+	-	列当科	+	-	+	-
交让木科	+	-	-	+	蛇菰科	+	-	-	-
蕈树科	-	+	-	-	海茄苳科	+	-	-	-
瓶子草科	+	-	+	-	茜草科	+	+	+	+
猕猴桃科	-	+	+	-	龙胆科	+	+	+	+
鹿蹄草科	+	+	-	-	杉叶藻科	+	-	-	-
杜鹃花科	+	-	-	-	马鞭草科	+	+	-	+
水晶兰科	+	-	-	-	水马齿科	+	-	-	-
杜仲科	+	-	+	-	野芝麻科	+	+	+	-
山矾科	+	-	-	-	紫葳科	+	+	+	+
花柱草科	+	+	-	-	苦槛蓝科	+	-	+	-
八角枫科	+	+	-	-	醉鱼草科	+	-	-	-
珙桐科	-	+	-	-	卷柏科	+	-	-	-
蓝果树科	-	+	-	-	绣球科	+	+	-	-
茶茱萸科	+	+	-	+	车前科	+	-	-	-
山茱萸科	+	-	+	-	胡麻科	+	-	-	-
鞘柄木科	+	-	-	-	角胡麻科	+	-	-	-
桃叶珊瑚科	+	-	-	-	玄参科	+	+	+	+
单室茱萸科	-	+	-	-	狸藻科	+	-	-	-
假茱萸科	+	-	-	-	爵床科	+	+	-	-
忍冬科	+	+	+	+	夹竹桃科	+	+	+	+
接骨木科	-	+	-	-	刺树科	+	+	-	-
荚蒾科	+	+	-	-	尖苞树科	-	+	-	-
败酱科	+	+	+	-	腺毛草科	-	+	-	-
五福花科	+	+	-	-	鼠刺科	+	-	-	-
川断续科	+	+	-	+	常绿四照花科	+	-	-	-
草海桐科	-	+	-	+	南非茱萸科	+	-	-	-
木犀科	+	+	+	+	罗萨科	+	+	-	-
苻菜科	+	+	-	-	头花草科	-	+	-	-
唇形科	+	-	+	-	轮叶科	+	+	-	-
橄榄科	-	+	-	-	球花科	+	-	+	+
马钱科	+	+	+	+	金缕梅科	+	-	-	-
冬青科	-	+	-	-	桃金娘科	+	-	-	-
南美罗萨树科	-	+	-	-	-	-	-	-	-

注：+ 表示已有文献表明此科植物中含有相应化合物，- 表示未查到相关信息。

2 环烯醚萜类化合物的生物活性

环烯醚萜类化合物具有广泛的生物活性,其苷元大多结构简单,可修饰性强,可作为先导化合物的来源之一。

2.1 对糖尿病并发症的作用 山茱萸环烯醚萜总苷可以调

节血脂水平,减轻心肌肥大程度,对 2 型糖尿病心脏病病变大鼠的胰岛素抵抗具有改善作用。另有试验表明此类化合物还能降低糖尿病心脏病病变大鼠血糖,升高血清一氧化氮、一氧化氮合酶水平,降低血浆内皮素及心指数水平,对糖尿病

心脏病变起到一定保护作用^[10-11]。山茱萸环烯醚萜总苷可降低糖尿病血管并发症大鼠的血清糖基化终产物—肽水平,对糖尿病血管并发症具有减缓作用。有试验表明此类化合物可增加糖尿病大鼠血清 SOD 的含量,从而对由血管并发症引起的氧化应激损伤具有保护作用。另外此类化合物还可降低糖尿病血管并发症大鼠血清中可溶性细胞间黏附分子和肿瘤坏死因子水平,控制血管并发症的发生发展^[12-14]。山茱萸环烯醚萜总苷还可抑制糖尿病大鼠肾皮质糖化终产物的形成及过度沉积,降低其受体 mRNA 表达水平,减轻糖尿病肾病病变。此类化合物还可通过抑制氧化应激,对抗糖化终产物对肾小球系膜细胞的损伤,从而达到防治糖尿病肾病病变的目的^[15-16]。从玄参属植物 *Scrophularia deserti* 中得到的环烯醚萜类化合物 scropolioside-D₂ 和 harpagoside-B 具有明显的抗糖尿病活性^[17]。

2.2 对消化系统的作用

2.2.1 保肝作用 京尼平苷可抑制肝脏中 P₄₅₀3A 一氧化酶活性,增加谷胱甘肽含量,保护肝脏。其苷元京尼平可抑制肝星状细胞激活,是一种可治疗肝纤维化和门静脉高血压的活性物质^[18]。胡黄连活素是从胡黄连的根和根茎中得到的含胡黄连苷和 6-(E)-桂皮酰梓醇苷的标准提取物,其对四氯化碳、软骨糖胺、乙醇、扑热息痛、硫代乙酰胺等导致的大鼠肝脏损害有保护作用,且对食物毒素引起的肝损伤也存在保护作用。此提取物可促进大鼠肝再生,提高有丝分裂指数和再生阶段早期 RNA, DNA 的合成。胡黄连活素还可防止毒性环肽类导致的肝毒性。有研究表明桃叶珊瑚苷可抑制-鹅膏菌素导致的小鼠肝中毒;獐牙菜苦苷对四氯化碳或软骨糖胺引起的大鼠肝细胞损伤也存在保护作用^[19]。对四氯化碳等化学物质引起的急性肝损伤小鼠,栀子苷能降低其血清中的转氨酶活性,提高 y 蛋白、z 蛋白含量及二磷酸尿苷脱氢酶的活力,降低肝微粒体中细胞色素 P₄₅₀s 的活性,增加谷胱甘肽-S 转移酶的表达,从而起到保肝的作用^[20]。

2.2.2 利胆作用 胡黄连活素能增加大鼠及豚鼠胆汁分泌量,提高胆汁盐、胆酸和脱氧胆酸的浓度。此提取物还可拮抗四氯化碳、炔雌醇、软骨糖胺、扑热息痛、硫代乙酰胺导致的胆汁分泌堵塞。京尼平苷经大鼠十二指肠给药,迟效但较强的促进胆汁分泌,其苷元起效较快^[19]。栀子苷经十二指肠给药能增加大鼠胆汁流量,降低胆汁内胆固醇含量,增加胆汁内碳酸氢根离子的浓度,一定程度上抑制高胆固醇形成的结石^[20]。龙胆苦苷具有增加大鼠胆汁分泌,促进胆囊收缩的作用^[21]。

2.2.3 对消化系统其他部分的作用 京尼平苷可显著降低胰淀粉酶作用,还可促进大肠蠕动,具有泻下功效,其酶解产物京尼平增加胰胆流量作用最强。京尼平以十二指肠给药,可抑制胃液分泌,减少胃液总酸度,提高胃液 pH,试验表明其对碳酸胆碱引起的胃酸分泌亢进呈抑制效果^[22]。蜘蛛香环烯醚萜对胃肠道功能亢进有显著的抑制作用,可降低内脏敏感性,通过调节血管活性肠肽、结肠 P 物质,改善肠易激综

合征的症状^[23]。

2.3 对血液系统及心脑血管的作用 藏药独一味总环烯醚萜苷可缩短大鼠凝血酶时间并增加纤维蛋白原含量,其为独一味的止血活性部位,且小鼠口服基本无毒性^[24]。山茱萸环烯醚萜苷能抑制动-静脉旁路试验大鼠血栓的形成,减轻血栓干质量和湿质量,延长凝血酶原时间、活化部分凝血酶时间、凝血酶时间,其具有抑制血栓形成和抗凝血作用^[25]。哈帕苷和 8-乙酰基哈帕苷具有体外收缩血管的活性,其与桃叶珊瑚苷均能促进红细胞的生成^[26]。橄榄苦苷可增加离体兔心脏的冠脉血流,并显示出抗心律失常和解痉作用。京尼平苷酸对大鼠心脏有显著的负性肌力作用、负性变时作用及负性冠状动脉灌注率作用。缬草素可增加兔离体心脏冠脉血流,并可消除 BaCl₂ 诱导的间歇性心律失常。油橄榄中的裂环烯醚萜 oleacein 是很强的血管紧张素转化酶抑制剂,并具有持久的降压作用^[19]。栀子环烯醚萜总苷可以减轻脑出血大鼠血肿大小、降低小胶质细胞的浸润,改善脑出血病情。栀子环烯醚萜总苷还可降低大鼠脑出血后血肿周围脑组织血红素氧合酶-1 表达水平及脑组织 MDA 含量,提高 SOD 活性,增强抗氧化能力,减轻脑水肿。有试验表明栀子总环烯醚萜可抑制大鼠脑出血后核转录因子活化,减少炎症因子释放,降低脑含水量,减轻脑水肿^[27-29]。

2.4 抗菌抗病毒作用 爵床科植物 *Barleria prionitis* 中分离的化合物 6-O-trans-coumaroyl-8-O-acetylshanzhiside methyl ester 及其顺式异构体具有抗呼吸道合胞体病毒的活性^[30]。植物 *Lamium album* 中分得的化合物 lamiridosins A 和 B 在体外具有显著的抑制丙型肝炎病毒侵入的作用。此外栀子苷甲酯、番木鳖苷、番木鳖酸、京尼平苷、马鞭草苷、胡黄连苦苷的苷元部分也显示出同样的活性^[31]。胡黄连活素具有抗乙肝病毒的作用,还可保护小鼠不受心肌炎病毒的侵害。桃叶珊瑚苷元在体外可抑制乙型肝炎病毒 DNA 的复制^[19]。筋骨草中含有的 8-O-acetyl-harpagide 可抑制由 12-O-四过氧化佛波醇-13-乙酸酯激活的 EB 病毒。女贞子含有的 oleuropein 对呼吸道合胞体病毒和类流感病毒-3 具有抑制作用^[22]。海巴戟中的车叶草苷对铜绿假单胞菌、摩氏变形杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、大肠埃希氏菌、沙门氏菌和志贺氏菌均有一定的抑制作用^[32]。*Leonurus persicus* 中的 7,8-epoxy-8-trans-loganic acid 对革兰氏阳性、阴性菌和两种霉菌均有抑制作用^[33]。

2.5 抗炎作用 栀子苷具有抗炎活性,其对二甲苯、巴豆油引起的小鼠耳肿胀有显著效果,且对免疫器官无伤害作用,亦无免疫抑制作用^[20]。玄参苷、哈帕苷等具有止痛和抗炎活性,临床上用于治疗疼痛性关节病、背痛及骨关节炎^[34]。番木鳖酸能抑制角叉菜胶引起的小鼠爪水肿。桃叶珊瑚苷、番木鳖苷及马鞭草苷对由十四酰佛波醇乙酸酯引起的小鼠耳水肿显示出很强的抗炎活性。胡黄连活素在许多试验模型上均显示出抗炎活性,包括由佐剂诱导及甲醛引起的大鼠和小鼠关节炎、角叉菜胶导致的小鼠爪水肿及右旋糖酐诱导

的大鼠水肿等。橄榄苦苷可抑制角叉菜胶和眼镜蛇毒液引起的水肿^[19]。水晶兰苷能显著缩短小鼠疼痛反应时间,还能消除由角叉菜胶诱导的大鼠脚趾浮肿^[22]。紫葳科植物 *Kigelia africana* 中的环烯醚萜 *verminoside* 具有明显的抗炎活性^[35]。玄参科植物 *Scrophularia deserti* 中的 *harpagide-B* 和 *koelzioside*, 马鞭草科植物 *Bouchea fluminensis* 分离出的化合物 *lamiide* 均可减轻由角叉菜胶诱导的水肿^[17,36]。

2.6 抗氧化作用 京尼平苷酸和京尼平苷可抑制亚麻酸氧化产物硫代巴比妥,京尼平苷酸的抗氧化作用比维生素 E 更强。经 DPPH 法测定,从荆芥叶狮尾草中分离出的 10-O-(反-咖啡酰基)京尼平苷酸具有强抗氧化活性^[37]。蔓荆子中的 *agnuside* 和 10-O-vanilloylaucubin 对 1,1-二苯基-2-间三硝苯基偕胺肟有很强的清除作用,其抗氧化活性强于 3-叔丁基-4-羟基苯甲醚。从 *Fagraea blumei* 中分得的 *blumeosides A-D* 均对烷氧自由基引起的藏红花原色素漂白有抑制作用,其中 A 和 D 能够清除 DPPH 自由基^[33]。海巴戟叶中含有的 *citriofolinin B* 有抗氧化作用,具有清除 DPPH 自由基的作用^[32]。有试验表明杜仲叶中的桃叶珊瑚苷具有光防护作用,其能够抑制金属蛋白酶-1 生成,降低 β -牛乳糖活性,对紫外辐射产生的光老化产生防护作用^[38]。

2.7 抗肿瘤作用 梔子苷能抑制亚致死强度的 X 射线引起的致癌变作用,减少 X 射线对细胞的伤害及辐射导致的肿瘤发生,此外,梔子苷对诱导产生的小鼠皮肤癌也具有抑制作用^[20]。糙叶败酱总环烯醚萜苷元成分可显著抑制小鼠结肠癌细胞株生长,减轻荷瘤鼠瘤重,具有抗结肠癌的作用,此外部分苷元还可抑制前列腺癌细胞株的生长^[39-40]。海巴戟中的 *citriofolinin* 和 *citriofolinin A* 可显著抑制紫外线诱导的、在肿瘤诱发和生长中起重要作用的蛋白活化剂 AP-1,是目前为止发现的唯一 2 个具有此活性的环烯醚萜化合物。车叶草苷对肿瘤形成过程中的重要蛋白酶磷脂酰肌醇-3-活化酶素有抑制作用^[32]。有试验表明,8-乙酰基哈帕苷可显著降低二甲基苯并蒽和 TPA 诱导的大鼠乳头瘤的荷瘤率,在由 TPA 诱导的大鼠皮肤癌治疗中,比甘草次酸具有更好的疗效,该化合物还有一定抑制肺癌发生的作用^[26]。从玄参中分离得到的玄参苷 B4 能抑制 MCF7, K562, Bowes, T24S 和 A549 等多种人类细胞株的增殖^[37]。鸡屎藤苷具有 100% 的肿瘤抑制作用。桃叶珊瑚苷、獐牙菜苦苷及异梔子苷对 S-180 细胞的蛋白质及 RNA 合成有轻微的抑制作用,桃叶珊瑚苷元的作用更为显著。京尼平酸和京尼平苷可防止 X 射线导致的肿瘤发生,对血液系统的辐射损害起到一定的防护作用^[19]。

2.8 对神经系统的作用 山茱萸环烯醚萜苷可通过调节大脑皮质脑源性神经营养因子及其受体 TrkB 的合成或分泌,改善神经功能、降低神经元死亡,其可望成为治疗中枢神经系统退行性疾病的有效药物之一^[41]。马鞭草属植物 *Verbena littoralis* 中的化合物 *gelsemiol-6-trans-caffeoyl-1-glucoside* 对神经生长因子介导的 PC12D 细胞轴突生长有增强作用。从北玄参中提取的环烯醚萜苷类化合物可阻止乳酸脱氢酶的

释放,保护神经^[37]。胡黄连的干燥地上部分中含有的 *picroside* 和 *scrophularioside* 能促进从 PC12D 细胞出发由神经生长因子 NGF 介导的轴突分枝生长。白花蛇舌草中分得的 4 个乙酰化环烯醚萜苷均对 L-谷氨酸损伤的小鼠皮质培养细胞有显著的神经保护作用^[33]。

2.9 增强免疫作用 地黄苷 A 可提升小鼠的白细胞数、血小板数及红细胞数,对抗环磷酰胺导致的外周白细胞减少;增加小鼠体重、降低血浆 cAMP 含量和 cAMP/cGMP 值;明显提高小鼠血清溶血素水平,增强小鼠迟发性变态反应,使体液和细胞免疫功能得到增强。山茱萸总苷在体内外均能抑制小鼠和人的混合淋巴细胞反应,体外抑制细胞毒性 T 细胞的诱导和增殖;还可抑制白细胞介素-2 的表达^[37]。*Harpagoside* 和 6-O-(3-O-对甲氧基肉桂酰)-L-鼠李吡糖基梓醇可增加小鼠血细胞凝集抗体滴度,增加巨噬细胞移动指数;哈巴俄苷皮下注射可降低阴虚小鼠血浆中 cAMP 含量,恢复 cAMP/cGMP,提高免疫功能^[34]。

2.10 其他活性作用 玄参苷对小鼠有外周镇痛作用。*Pentemonoside* 的过乙酸盐、桃叶珊瑚苷、梓醇可体外拮抗由乙酰胆碱导致的子宫收缩,与罂粟碱的作用相似。獐牙菜苦苷对小鼠可产生与吗啡或延胡索乙素相当的镇痛作用,但持续时间更长;可提高小鼠的痛觉阈值;抑制大鼠和兔离体十二指肠及子宫平滑肌的收缩;拮抗由乙酰胆碱-氯化钡或组胺导致的豚鼠回肠痉挛;拮抗垂体激素和乙酰胆碱对兔小肠和子宫的兴奋^[19]。腹腔注射獐牙菜苦苷能减少小鼠自主活动并降低直肠体温,增加巴比妥的睡眠时间和增强苯妥英钠的抗惊厥作用^[21]。山茱萸环烯醚萜苷能够抑制神经细胞 tau 蛋白过度磷酸化,保护细胞微管结构,其可能具有治疗阿尔采末病的应用前景^[42]。小鼠口服京尼平苷酸及京尼平苷可防止行为减少、记忆丧失及肾上腺肿大。缬草环烯醚萜酯具有解除平滑肌痉挛、镇静等作用。*Scrolepidoside* 具有杀灭杜氏利什曼原虫、罗德西亚布氏锥虫的作用^[22]。獐牙菜苦苷经酶及酸水解后的产物能使血流旺盛,促进毛发生长,可用于治疗脱发^[21]。玄参中环烯醚萜 *Epibueropteridinium A* 能够增强 D-半乳糖白内障试验鼠晶体中 SOD 活性、降低丙二醛及山梨醇含量,对白内障的形成有一定的预防作用^[43]。

综上所述,环烯醚萜类化合物结构简单、植物分布广泛,并具有多种生物活性,其在临床上的进一步应用及相关药用植物的开发前景广阔。

[参考文献]

- [1] 董娟娥,张靖.植物中环烯醚萜类化合物研究进展[J].西北林学院学报,2004,19(3):131.
- [2] Bianco A. Recent developments in iridoids chemistry [J]. Pure & Appl Chem, 1994, 66(10): 2335.
- [3] El-Naggar L J, Beal J L. Iridoids. A review [J]. J Nat Prod, 1980, 43(6): 649.
- [4] Dinda B, Debenath S, Harigaya Y. Naturally occurring

- iridoids. A review, part 1 [J]. Chem Pharm Bull, 2007, 55(2): 159.
- [5] Boros C A, Stermitz F R. Iridoids. An updated review, part [J]. J Nat Prod, 1991, 54(5): 1173.
- [6] Cal I, Krmz bekmez H, Sticher O. Iridoid glycosides from *Globularia trichosantha*[J]. J Nat Prod, 2001, 64(1): 60.
- [7] Kita M, Kigoshi H, Uemura D. Isolation and structure of korolkoside, a bis-iridoid glucoside from *Lonicera korolkwovii*[J]. J Nat Prod, 2001, 64(8): 1090.
- [8] Cal I, Ers z T. Septemfidside: a new bis-iridoid diglucoside from *Centiana septemfida*[J]. J Nat Prod, 1992, 55(3): 385.
- [9] Kocsis á Szab ó L F. New bis-iridoids from *Dipsacus laciniatus*[J]. J Nat Prod, 1993, 56(9): 1486.
- [10] 刘洪, 许惠琴, 时艳. 山茱萸环烯醚萜总苷对 2 型糖尿病心脏病大鼠胰岛素抵抗及血脂含量的影响 [J]. 中药药理与临床, 2007, 23(3): 36.
- [11] 时艳, 许惠琴. 山茱萸环烯醚萜总苷对试验性糖尿病心脏病病变的保护作用 [J]. 南京中医药大学学报, 2006, 22(1): 35.
- [12] 刘洪, 许惠琴, 胡永杰. 山茱萸环烯醚萜总苷对糖尿病血管并发症大鼠血清糖基化终产物-肽(AGE-P) 水平的影响 [J]. 世界科学技术——中医药现代化, 2003, 5(6): 51.
- [13] 皮文霞, 蔡宝昌, 许惠琴, 等. 山茱萸环烯醚萜总苷对糖尿病血管并发症模型大鼠血清 SOD 的影响 [J]. 中药新药与临床药理, 2003, 14(1): 23.
- [14] 郝海平, 许惠琴, 朱荃, 等. 山茱萸环烯醚萜总苷对由链脲佐菌素诱导的糖尿病血管并发症大鼠血清 sICAM-1, TNF- 的影响 [J]. 中药药理与临床, 2002, 18(4): 13.
- [15] 许惠琴, 郝海平, 皮文霞, 等. 山茱萸环烯醚萜总苷对糖尿病大鼠肾皮质糖化终产物及其受体 mRNA 表达的影响 [J]. 中药药理与临床, 2003, 19(4): 9.
- [16] 许惠琴, 刘洪, 沈健, 等. 山茱萸环烯醚萜总苷对 AGEs 培养肾小球系膜细胞的影响 [J]. 中国药理学通报, 2006, 22(4): 432.
- [17] Ahmed B, Al-Rehaily A J, Al-Howiriny T A, et al. Scropolioside-D₂ and harpagoside-B: two new iridoid glycosides from *Scrophularia deserti* and their antidiabetic and antiinflammatory activity [J]. Biol Pharm Bull, 2003, 26(4): 462.
- [18] 黄雄, 黄嫒. 中药环烯醚萜成分的提取分离和药理作用研究 [J]. 嘉兴学院学报, 2009, 21(3): 70.
- [19] 乔卫, 张彦文. 天然环烯醚萜类化合物的生物活性 [J]. 国外医学·植物药分册, 2001, 16(2): 65.
- [20] 任治军, 张立明, 何开泽. 栀子主要成分的提取工艺及药理研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(6): 831.
- [21] 陈千良, 孙文基. 裂环烯醚萜类化合物研究进展 [J]. 国外医学·植物药分册, 2003, 18(2): 58.
- [22] 郑礼胜, 刘向前. 环烯醚萜类研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2009, 21: 702, 725.
- [23] 闫兴丽, 洪纓, 石晋丽, 等. 蜘蛛香环烯醚萜对肠易激综合征模型大鼠胃肠敏感性和胃肠激素的影响 [J]. 北京中医药大学学报, 2009, 32(8): 546.
- [24] 李茂星, 贾正平, 胡之德, 等. 藏药独一味止血有效部位总环烯醚萜苷对大鼠血液凝集参数的影响 [J]. 中国药房, 2007, 18(3): 231.
- [25] 张丽, 叶翠飞, 张兰, 等. 山茱萸环烯醚萜苷对血栓形成和凝血功能的影响 [J]. 中药新药与临床药理, 2008, 19(5): 363.
- [26] 谢浙裕, 秦明珠, 房玉玲. 8-乙酰基哈帕苷的药理作用 [J]. 国外医学·植物药分册, 2005, 20(2): 56.
- [27] 邓世山, 付莉, 熊若虹, 等. 栀子提取物(环烯醚萜总甙)对大鼠尾状核脑出血病理指标的影响 [J]. 华西医学, 2005, 20(2): 293.
- [28] 杨奎, 石娅萍, 向靓, 等. 栀子总环烯醚萜苷对脑出血大鼠血红素氧合酶-1 表达的影响 [J]. 中药新药与临床药理, 2008, 19(1): 9.
- [29] 杨奎, 石娅萍, 向靓, 等. 栀子总环烯醚萜苷对脑出血大鼠血肿周围 NF- B 表达的影响 [J]. 中药药理与临床, 2007, 23(6): 26.
- [30] Chen J L, Blanc P, Stoddart C A, et al. New iridoids from the medicinal plant *Barleria prionitis* with potent activity against respiratory syncytial virus [J]. J Nat Prod, 1998, 61(10): 1295.
- [31] Zhang H, Rothwangl K, Mesecar A D, et al. Lamiridosins, hepatitis C virus entry inhibitors from *Lamium album*[J]. J Nat Prod, 2009, 72(12): 2158.
- [32] 徐吉银, 楚桐丽, 丁平. 巴戟天属植物环烯醚萜类化学成分和药理活性研究进展 [J]. 广州中医药大学学报, 2006, 23(3): 268.
- [33] 刘净, 梁敬钰, 谢韬. 环烯醚萜类化合物近年研究进展 [J]. 海峡药学, 2004, 16(1): 14.
- [34] 俞静静, 吕圭源, 张园. 玄参有效部位药理研究进展 [J]. 青岛医药卫生, 2006, 38(5): 359.
- [35] Picerno P, Autore G, Marzocco S, et al. Anti-inflammatory activity of Verminoside from *Kigelia africana* and evaluation of cutaneous irritation in cell cultures and reconstituted human epidermis [J]. J Nat Prod, 2005, 68(11): 1610.

(下转第 243 页)

- [25] 彭飞城, 皋聪, 钱之玉. 西红花酸对小鼠缺氧损伤的保护作用[J]. 中国新药杂志, 2007, 16(21): 1772.
- [26] Nair S C, Kurumboor S K, Hasegawa J H. Saffron chemoprevention in biology and medicine-A review[J]. Cancer biotherapy, 1995, 10(4): 257.
- [27] Ordoudi S A, Befani C D, Nenadis N, et al. Further examination of antiradical properties of Crocus sativus stigmas extract rich in cro-cins[J]. J Agric Food Chem, 2009, 57(8): 3080.
- [28] 王美阁, 严余明, 高东升, 等. 西红花煎液对急性全脑缺血再灌注大鼠 C-fos 蛋白表达的影响[J]. 浙江中医杂志, 2009, 44(4): 251.
- [29] 靳国恩, 陈国俊. 高原红细胞增多症患者血清微量元素含量测定[J]. 微量元素与健康研究, 2004, 21(2): 11.
- [30] 高真贞, 张剑, 刘翊中. 藏红花中微量元素的测定[J]. 西北民族大学学报, 2006, 27(64): 26.
- [31] 陈琼, 顾仁樾, 周端. 藏红花对冠心病心绞痛患者 tPA 和 PAI 的作用[J]. 辽宁中医杂志, 1996, 23(6): 279.
- [32] 陈琼, 顾仁樾, 周端. 藏红花对冠心病心绞痛患者血流变学的作用[J]. 辽宁中医杂志, 1997, 24(8): 372.
- [33] 马世平, 刘保林, 周素娣, 等. 西红花总苷的药理学研究-对血凝、血小板聚集及血栓形成的影响[J]. 中草药, 1999, 30(3): 196.
- [34] 杨云, 钱之玉. 西红花酸对体内外大鼠血小板聚集的影响[J]. 中国天然药物, 2007, 5(5): 374.
- [35] 于青云, 石曾淑. 益气活血法治疗慢性阻塞性肺疾病缓解期 68 例临床观察[J]. 安徽中医临床杂志, 1998, 10(3): 138.
- [36] 许建中, 沈小珩. 沪产西红花对 60 例慢性病患者免疫调节作用的临床观察[J]. 上海中医药杂志, 1998, 1: 32.
- [37] 曾宽. 番红花治疗中风 82 例体会[J]. 中医中药, 2006, 3(14): 289.
- [38] 高钰琪. 高原军事医学[M]. 重庆: 重庆出版社, 2005.

[责任编辑 邹晓翠]

(上接第 238 页)

- [36] Delaporte R H, Sánchez G M, Cuellar A C, et al. Anti-inflammatory activity and lipid peroxidation inhibition of iridoid lamiide isolated from *Bouchea fluminensis* (Vell.) Mold. (Verbenaceae) [J]. J Ethnopharmacol, 2002, 82: 127.
- [37] 万进, 方建国. 环烯醚萜类化合物的研究进展[J]. 医药导报, 2006, 25(6): 530.
- [38] Ho J N, Lee Y H, Park J S, et al. Protective effects of aucubin isolated from *Eucommia ulmoides* against UVB-induced oxidative stress in human skin fibroblasts[J]. Biol Pharm Bull, 2005, 28(7): 1244.
- [39] 毛俊琴, 李铁军, 邱彦, 等. 糙叶败酱中环烯醚萜苷元成分抗结肠癌作用的试验研究[J]. 药学实践杂志, 2007, 25(1): 10.
- [40] 李铁军, 邱彦, 芮耀城, 等. 糙叶败酱中新的环烯醚萜苷元成分体外抗肿瘤作用研究[J]. 解放军药理学学报, 2004, 20(2): 101.
- [41] 姚瑞芹, 张丽, 张兰, 等. 山茱萸环烯醚萜苷对局灶性脑缺血模型大鼠 BDNF 及其受体 TrkB 表达的影响[J]. 中国药理学通报, 2009, 25(11): 1535.
- [42] 褚燕琦, 李玮, 张兰, 等. 山茱萸环烯醚萜苷对蛋白磷酸酶抑制剂冈田酸拟阿尔采末病细胞模型的作用[J]. 中国药理学通报, 2006, 22(8): 960.
- [43] 黄才国, 魏善建. 玄参中环烯醚萜 epibueropyridinium A 预防 D-半乳糖性白内障的试验研究[J]. 第二军医大学学报, 2006, 27(11): 1024.

[责任编辑 邹晓翠]