西北林学院学报 2004,19(3):131~135
Journal of Northwest Forestry University

植物中环烯醚萜类化合物研究进展

董娟娥, 张 靖

(西北农林科技大学 林学院,陕西 杨陵 712100)

摘 要:环烯醚萜类化合物是植物存在的一大类化合物,具有多种药理活性。是许多中药的主要有效成分。本文对环烯醚萜类化合物的结构、分布、生理活性及提取、分离、测定方法等方面进行了综述。

关键词: 环烯醚萜;药理活性;提取;分离;测定

中图分类号:O624.33 **文献标识码**:A **文章编号**:1001-7461(2004)03-0131-05

Advances in the Research of Iridoids Occurring in Plants

DONG Juan-e, ZHANG Jing

(*College of Forestry, NW Sci-Tech Univ. of Agr. and For., Yangling, Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract: Iridoids is a large kind of natural products occurring in plants. They have many pharmacological functions. Researches on the iridoids are reviewed from the aspects of their structure, distribution, extraction, isolation and measurement.

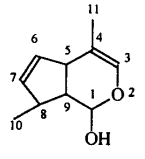
Key words: iridoids; pharmacological function; extraction; isolation; measurement

万方数据

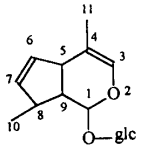
环烯醚萜(iridoids)属单萜类化合物,为蚁臭二醛的缩醛衍生物。这类物质有多种生理活性,广泛存在于民间作为苦味补药、镇静药、解热药等植物药中,加之该类化合物在植物化学分类学中的重要作用,因此,近年来受到极大的关注,研究进展迅速。1960年仅发现42种,1971年增加到80余,1980年为258种,到2001年,增加到600多种。本文从环烯醚萜甙的化学结构、分布、药理作用、提取分离方法等方面进行评述,以期为该类化合物及其相关植物的开发利用提供参考。

1 环烯醚萜类化合物的结构

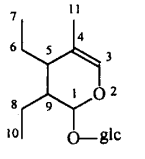
环烯醚萜类化合物最基本的母核是环烯醚萜醇,具有环状烯醚及醇羟基,由于醇羟基属于半缩醛羟基,性质活泼,故该类化合物多以苷类的形式存在;C_4 和 C_8 为多具有甲基,且易氧化成-CH_2OH,-CH_2OR,-COOH,-COOR 等;若为-COOH,它脱羧后形成降解环醚萜类化合物;此外,分子中的环戊烷部分可以呈现不同的氧化态,C_{5-6}、C_{6-7}、C_{7-8}间均可形成双键,C_{7-8}可存在环氧结构,C_{6-7}可形成环酮结构;C_{7-8}断裂后,则形成裂环式环烯醚萜类。从结构上看,该类化合物主要分为环烯醚萜苷类核裂环式环烯醚萜苷类。



环烯醚萜醇类



环烯醚萜苷类

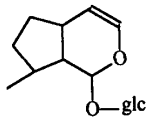


裂环式环烯醚萜苷类

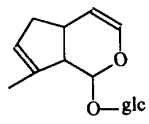
1.1 环烯醚萜苷

根据 C_4 位上有无取代基,可以分为两类型:

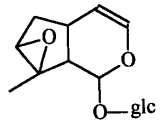
1.1.1 4-位无取代的环烯醚萜 4-位的取代基有甲基、羧基、羧基的甲酯、内酯等。常见的有环戊烷型、环戊烯型和7,8-环氧醚型。



环戊烷型



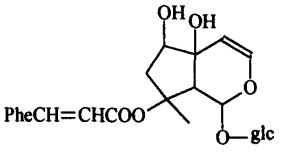
环戊烯型



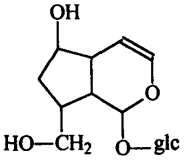
环氧醚型

收稿日期:2004-01-09
基金项目:国家"十五"攻关课题(2001BA502B0403)
作者简介:董娟娥(1968-),女,陕西蒲城人,讲师,在职博士生,主要从事天然产物提取分离的教学与科研工作。

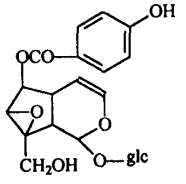
如中药玄参中的玄参苷(harpagoside)属于环戊烷型;杜仲和车前草中的桃叶珊瑚苷属环戊烯型,地黄中降血糖的有效成分梓醇属环氧醚型。



玄参苷

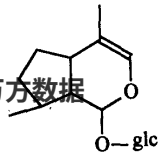


桃叶珊瑚苷

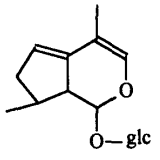


梓苷

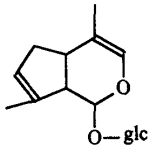
1.1.2 4-位有取代基的环烯醚萜及其苷 该类化合物可根据环戊烷环的结构分为5种:



环戊烷型

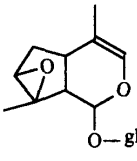


5~6 双键环戊烯型

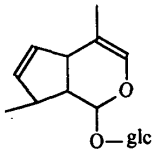


7~8 双键环戊烯型

万方数据



7~8 双氧醚型

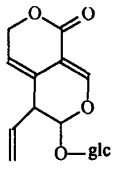


6~7 双键环戊烷型

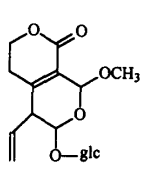
如栀子中的山栀苷、京尼平苷,鸡矢藤中的车叶草苷等,均属于4-为有取代基的环烯醚萜苷类。

1.2 裂环式环烯醚萜苷

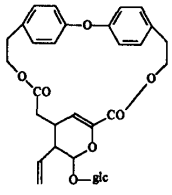
该类环烯醚萜是环烯醚萜苷在C_7、C_8处开裂环而产生的。如中药龙胆草中的龙胆苦苷和秦艽中的秦艽苷A,存在于木樨榄中的滇木樨榄苷就属于该类化合物。



胆苦苷



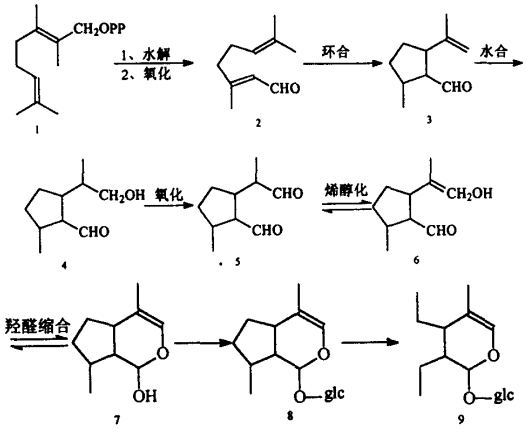
秦艽苷A



滇木樨榄苷

2 在生物体中的代谢途径

环烯醚萜类化合物在植物体中是由焦磷酸牻牛儿醇磷酸酯(1)经水解脱去焦磷酸后,经过氧化形成柠檬醛(2);后者经环合(3)、双键位移、水合(4)和氧化,形成伊蚊二醛(5);然后伊蚊二醛经烯醇化后,发生分子内缩合形成环烯醚萜醇(7),进而形成环烯醚萜苷(8)或裂环式环烯醚萜苷(9)[2]。



注:1为环烯醚萜,2为裂环环烯醚萜

3 在植物中的分布

环烯醚萜在植物界分布较广,主要存在于双子叶植物中。以茜草科、鹿蹄草科、水晶兰科、玄参科、唇形科和龙胆科等植物中最为多见。猕猴桃科、唇形科,含有简单的环烯醚萜;龙胆科、睡菜科、忍冬科、木犀科和杜仲科等含有裂环式环烯醚萜[3~10]。常用的中药中如地黄、玄参、栀子、龙胆、车前草、山茱萸、马钱子、忍冬叶、肉苁蓉、鸡矢藤和胡黄连等中都含有环烯醚萜类化合物。Bate从化学分类学的观点,总结了环烯醚萜类化合物在植物中的具体分布及类(表1)[11]。

4 生物活性

环烯醚萜类成分有多种多样的生物活性,主要表现为以下几个方面。

4.1 对心血管系统的作用

橄榄叶中的橄榄苦苷可使离体兔心脏的冠脉血流增加50%,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明显的负性肌力作用、负性变时作用及负性冠状动脉注率作用。木樨榄中的裂环式环烯醚萜苷对大鼠、猫和狗具有持久的降压作用(IC50为26 μmol/L)[12]。

表1　环烯醚萜在双子叶植物中的分布

Table 1　Distribution of iridoids in dicotyledonous families

植物类别	结构类别		植物类别	结构类别	
	1	2		1	2
楝科 Meliaceae		+	茜草科 Rubiaceae	+	+
交让木科 Daphniphyllaceae	+		龙胆科 Gentianaceae		+
杜仲科 Eucommiaceae	+		杉叶藻科 Hippuridaceae	+	
瓶子草科 Sarraceniaceae	+		马鞭草科 Verbenaceae	+	+
猕猴桃科 Actinidiaceae		+	水马齿科 Callitrichaceae	+	
鹿蹄草科 Pyrolaceae		+	野芝麻科 Lamiaceae	+	+
杜鹃花科 Ericaceae	+		紫葳科 Bignoniaceae	+	+
水晶兰科 Monotropaceae	+		苦檀蓝科 Myoporaceae	+	
杜仲科 Eucommiaceae	+		醉鱼草科 Buddlejaceae	+	
山矾科 Symplocaceae	+		卷柏科 Selaginaceae	+	
花柱草科 Stylidiaceae	+	+	绣球科 Hydrangeaceae	+	+
八角枫科 Alangiaceae		+	车前科 Plantaginaceae	+	
珙桐科 Davidiaceae		+	胡麻科 Pedaliaceae	+	
蓝果树科 Nyssaceae		+	角胡麻科 Martyniaceae	+	
茶茱萸科 Icacinaceae	+	+	玄参科 Scrophulariaceae	+	+
山茱萸科 Cornaceae	+		狸藻科 Lentibulariaceae	+	
鹅掌木科 Torricelliaceae	+		爵床科 Acanthaceae		+
桃叶珊瑚科 Aucubaceae	+		夹竹桃科 Apocynaceae	+	+
单室茱萸科 Mastixiaceae		+	刺树科 Fouquieriaceae	+	+
楤木科 Aralidiaceae	+		尖苞树科 Epacridaceae		+
忍冬科 Caprifoliaceae		+	腺毛草科 Roridulaceae		+
接骨木科 Sambucaceae		+	鼠刺科 Escalloniaceae	+	
荚蒾科 Viburnaceae	+	+	常绿四照花科 Garryaceae	+	
败酱科 Valerianaceae	+	+	南非茱萸科 Curtisiaceae		+
五福花科 Adoxaceae		+	罗萨科 Loasaceae	+	+
川断续科 Dipsacaceae	+	+	头花草科 Calyceraceae		+
草海桐科 Goodeniaceae		+	轮叶科 Retziaceae	+	+
木犀科 Oleaceae		+	球花科 Globulariaceae	+	
荇菜科 Menyanthaceae		+	马钱科 Loganiaceae	+	+

注:1为环烯醚萜,2为裂环环烯醚萜

万方数据

4.2　保肝作用

Dwivedi从胡黄连根和根茎中得到的胡黄连活素(picroliv)对四氯化碳、硫代乙酰胺半乳糖胺、乙醇等导致的大鼠肝脏损害有保护作用,对食物毒素的肝损伤也产生相似的保护作用。大鼠口服胡黄连活素可减少乙醇导致的肝脏和血清生化参数的变化[13-16]。Stuppner也在印度胡黄连的提取物中发现桃叶珊瑚苷等5种具有保肝作用的环烯醚萜类化合物[17]。

4.3　利胆作用

胡黄连苦苷活素能显著增加大鼠及豚鼠胆汁的分泌量,提高胆汁盐、胆酸和脱氧胆酸的浓度,具有明显的剂量依赖性利胆作用,其作用优于抗胆汁堵塞剂水飞蓟素[18,19]。朱振家等证明栀子中利胆的有效成分为京尼平苷,而栀子中的另一成分西红花苷没有利胆作用[20]。京尼平苷是通过其水解产物京尼平起利胆作用的。

4.4　降血糖血脂的作用

橄榄苦苷对正常和四氧嘧啶糖尿病大鼠具有降血糖和提高它们的葡萄糖耐量的作用。胡黄连活素可降低WR-1339诱导的高血脂大鼠的血清脂质[12]。大盐春治等[21]从地黄根中分出10种环烯醚萜苷,其中地黄苷(Rehmannioside)D对自发性糖尿病小鼠具弱的降血糖作用。此外,京尼平及其苷也具降血脂的作用。

4.5　抗炎作用

环烯醚萜苷可以拮抗TPA对皮肤和表皮的过氧化氢酶的抑制。胡黄连活素在许多实验模型中均显示抗炎活性,从白蜡树中得到的环烯醚萜(如橄榄苦苷)可以抑制角差菜胶和眼镜蛇毒液引起的水肿[12]。

4.6　解痉作用

脂麻科植物钩果草根水提物中含有的玄参苷对小鼠有外周镇痛作用。桃叶珊瑚苷、梓醇可体外拮抗由乙酰胆碱导致的子宫收缩。獐芽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[12]。

4.7　抗肿瘤作用

许多环烯醚萜苷对P-388细胞感染的实验性白血病小鼠没有抑制活性,但其苷元却有活性,苷元具有的半缩醛结构是活性的关键部位。鸡蛋花素对P-388及人癌细胞具有一般的活性。鸡屎藤苷具有100%的抑制肿瘤作用。京尼平苷酸和京尼平苷可用以防止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[12]。

4.8　其它作用

京尼平和京尼平苷均具抗血栓作用和比维生素E更强的抗氧化作用[22]。唇形科植物锐利糙苏中发现环烯醚萜苷类化合物对自由基所致的大鼠主动脉内皮依赖性舒张功能有减弱作用[23]。小鼠口服京尼平苷酸及京尼平苷可防止性行为减少、记忆丧失及肾上腺增大;桃叶珊瑚苷可对革兰氏阴性菌和阳性菌均有抑制作用[24]。

5　提取与分离

环烯醚萜苷和裂环式环烯醚萜大多是白色晶体,易被水解,生成的苷元具有半缩醛式结构,因此化学性质活泼,易进一步聚合,难以得到结晶状苷元。苷元遇到酸、碱羰基化合物和氨基酸等都能变色,游离的苷元遇到氨基酸类物质并加热,即会显深红色至蓝色。因此,可以利用酸水解反应检验植物中环烯醚萜苷类的存在。中药玄参、地黄、梓实等加

工后变黑，就是环烯醚萜类成分的作用，这中现象可作为提示环烯醚萜苷存在的线索。

环烯醚萜类的提取一般采用溶剂提取法。由于该类化合物在植物体中以苷的形式存在，极性较大，所以溶剂一般选用极性较大的水、甲醇、乙醇、烯丙酮、正丁醇、乙酸乙酯为提取溶剂。提取时，常在植物材料中加入碳酸钙或氢氧化钡抑制酶的活性和中和植物酸以防止环烯醚萜类的分解。用溶剂提取时，可采用渗漉法或热回流提取法。

提取后得到的提取液经浓缩后，要向浸膏中加入水进行转溶，以除去树脂类等水不溶性杂质，并用石油醚萃取，进一步除掉脂溶性杂质。对水溶液中与环烯醚萜类共存的酚类、鞣质类、黄酮类等杂质，可用铅沉法或离子交换树脂除去。再用正丁醇从水层中萃取环烯醚萜苷，也可采用活性炭吸附水层中的苷，先用水洗去水溶性杂质，再用乙醇等有机溶剂洗脱得粗苷。粗苷可进一步通过色谱法（柱色谱，高效液相色谱）和重结晶法分离纯化[2]。

例如，张承忠[25]，李冲等[26]在分离蒙古糙苏中的环烯醚萜苷类成分时用乙醇回流提取之后再用丙酮溶解提取物，提取物先经聚酰胺柱，不同组分再经反复硅胶柱层析，用不同溶剂洗脱，最后得到得3种环烯醚萜苷类化合物。张涛等[27]用甲醇渗漏提取法提取马鞭草粗末后，回收甲醇至稠浸膏，拌硅藻土干燥后上硅藻土柱。用不同溶剂洗脱，洗脱液分别回收溶剂至干得三部分。第三部分经反复硅胶柱层析则可得3个环烯醚萜苷类化合物。续俊文等[28]将杜仲的甲醇提取物进行静置，取下层加水转溶后，滤液用乙酸乙酯萃取，水层浓缩上活性炭柱经硅胶柱层析，凝胶柱层析，硅胶H低压柱纯化，甲醇反复结晶，得京尼平苷酸和其它两种环烯醚萜苷类化合物。宋志宏[29]在分离管花肉苁蓉的化学成分时，使用95%的乙醇提取管花肉苁蓉生药后，得乙醇浸膏。再依次用石油醚、乙酸乙酯和正丁醇萃取，正丁醇萃取物用D101大孔吸附树脂柱层析，水洗脱部分经Diaion HP20大孔吸附树脂柱色谱，Sephadex LH20柱色谱和HPLC分离可得京尼平苷酸和另外两个环烯醚萜苷类化合物。王刚力[30]在研究大黄栀子果实的化学成分时，用工业乙醇提取药材粗粉，经聚酰胺柱和D-101大孔树脂层析，得京尼平苷酸。彭江南[31]在对黄毛耳草中的环烯醚萜苷类的分离和鉴定中，也用到了大孔树脂和多种色谱柱相结合，最终分得了10种环烯醚萜苷类化合物。潘文斗[32]在对马缨丹中环烯醚萜葡萄糖苷的研究中用工业乙醇浸泡马缨丹根，经大孔树脂柱层析、RP-8反相层析、HPLC层析、硅胶柱层析，分出6个环烯醚萜苷类化合物。姜志宏[33]用80% EtOH冷浸提取枫香树皮后，正丁醇萃取部分经硅胶柱层析，Sephadex LH-20柱和反相高压液相色谱分离，则分别得到4个环烯醚萜苷类成分。康金国[34]用95% EtOH冷浸提取藓生马先蒿干燥全粉后，经硅胶、聚酰胺柱等手段得3个环烯醚萜苷类化合物。易进海[35]在研究藏药独一味根的化学成分时，将乙醇提取物经石油醚脱脂，乙酸乙酯萃取，最后经硅胶柱层析，分离得到两个环烯醚萜类化合物：独一味素A和B。

6 测定

关于植物中环烯醚萜苷类成分的含量测定，已有不少方法，目前报道的主要有比色法，薄层分离光密度测定法，高效液相色谱法。

6.1 比色法

利用环烯醚萜类化合物与Cu^{2+}形成配合物后产生的有色物质，李家实等利用比色法测定了杜仲中的桃叶珊瑚苷[36]。马柏林等[37]利用艾氏（Epstahl）试剂显色，用比色法测定了杜仲叶中桃叶珊瑚苷。董娟娥等[38]对包括比色法在内的各种方法进行了比较研究，提出了“改进对二甲氨基苯甲醛法”。俄国学者在对益母草中环烯醚萜的含量进行测定时就采用此种方法。利用此法测定了益母草不同部位中环烯醚萜的含量[39]。

6.2 薄层分离及光密度测定法

王艳春等[40]利用薄层光密度测定法对栀子生药中环烯醚萜苷类成分进行了测定，发现该法可同时对几种不同结构的环烯醚萜苷类成分。程军等[41]也采用高效薄层扫描法对车前草中的桃叶珊瑚苷进行了测定。

6.3 HPLC法

与比色法相比，高效液相色谱法（HPLC）可对样品中的单一成分进行精确测定。杨瑞琪等[42]用HPLC法测定跌打损伤散中栀子苷的含量，色谱条件为：YWG-C18柱，流动相：乙氰-0.02 mol/L磷酸氢钠（12∶88用磷酸调至pH7），检测波长240 nm，流速1 mL/min。刘艳等[43]用高效液相外梯度洗脱的方法同时测定栀子中的4种成分。色谱柱条件为：Nucleosil C18柱，流动相：0.05 mol/L，Na_2HPO_4-乙腈（91∶9，pH6），检测波长为240 nm，柱温40℃，流速1 mL/min。曾有学者[44]应用RP-HPLC法测定了大黄栀子种环烯醚萜苷类的含量。又有学者同样

也用此法测定了杜仲中京尼平苷、京尼平苷酸及绿原酸的含量[45]，采用的是 YEG-C18 色谱柱，以甲醇：水：冰乙酸(19:81:1.5)为流动相，检测波长 240 nm。

参考文献

[1] 王宪楷. 天然药物化学(第三版)[M]. 北京：人民卫生出版社，1988.401-407

[2] 肖崇厚. 中药化学[M]. 上海：上海科学技术出版社，1997.435-439.

[3] Takeda Y, Ooiso Y, Masuda T, et al. Iridoid and Eugenol glycosides from *Nepeta cadmea*[J]. Phytochemistry, 1998, 49(3): 787-791.

[4] 姜燕. 龙胆科獐牙菜属主要成分的研究概况[J]. 国外医药·植物药分册, 1990, 5(3):99-103.

[5] Taskova R, Handjieva N, Peev D, et al. Iridoid glucosides from three Veronica species[J]. Phytochemistry, 1998, 49(5): 1323-1327.

[6] Rastrelli L, Caceres A, Morales C, et al. Iridoids from *Lippia graveolens*[J]. Phytochemistry, 1998, 49(6): 1829-1832.

[7] Tuntiwachwuttikul P, Pancharoen O, Walter C, et al. Iridoid glucosides of *Barleria lupulina*[J]. Phytochemistry, 1998, 49(1): 163-166.

[8] 柯卫华，董亲颐. 光洁莞花化学成分研究(II)[J]. 中草药，1989,20(6):2-4.

[9] 赵世萍，薛智. 山茱萸化学成分研究[J]. 药学学报，1992,27(11):845-848.

[10] Taskova R., Handjieva N, Evstatieva L, et al. Iridoid glucosides from *Plantago cornuti*, *Plantogo major* and *Veronica cymbalaria*[J]. Phytochemistry, 1999, 52: 1443-1445.

[11] Bate-Smith E C. Age and distribution of galloyl esters, iridoids and certain other repellents in plants[J]. Phytochemistry, 1984, 23(5):945-950.

[12] 乔卫，张彦文. 天然环烯醚萜类化合物的生物活性[J]. 国外医药. 植物药分册，2001,16(2):65-67.

[13] Dwivedi Y, Rastogi R, Chander R, et al. Hepatoprotective activity of picroliv against carbon tetrachloride-induced liver damage in rats[J]. Ind J Med Res, 1990, 92:195～197

[14] Dwivedi Y, Rastogi R, Sharma S K, et al. Picroliv affords protection against thioacetamide-induced hepatic damage in rats[J]. Planta Med, 1991, 57(1):25-28

[15] Dwivedi Y, Rastogi R, Garg N K, et al. Picroliv and its components kutkoside and picroside I protect liver against galactosamide-induced damage in rats[J]. Pharmacol Tosicol, 1992, 71(5):383-385

[16] Dwivedi Y, Rastogi R, Mehrota R, et al. Picroliv protects against aflatoxin B1 acute hepatotoxicity in rats[J]. Pharmacol Res, 1993, 27(2):189-193

[17] Stuppner H, Wagner H. Minor iridoid and phenol glycosides of *Picrorrhiza kurrooa*[J]. Planta Med, 1989, 55:467-469

[18] Shukla B, Visen P K, Patnaik G K, et al. Choleretic effect of picroliv, the hepatoprotective principle of *Picrorrhiza kurrooa*[J]. Planta Med. 1991, 57(1): 29-32

[19] Saraswat B, Visen P K, Patnaik G K, et al. Anticholestatic effect of picroliv, active hepatoprotective principle of *Picrorrhiza kurrooa* against carbontetrachloride induced cholestasis[J]. Ind J Exp Biol, 1993, 31(4):316-318

[20] 朱振家，钱之玉，陆丽华，等. 栀子提取物京尼平苷和西红花苷利胆作用研究[J]. 中草药，1999,30(11):841-843.

[21] 大盐春治. 地黄中环烯醚萜甙类的定量分析[J]. 生药学杂志，1981,35(4):291-293.

[22] 京尼平苷和京尼平的抗血栓形成作用[J]. 国外医药. 植物药分册，2002,17(6):251.

[23] 郑敏(摘). 锐利糙苏中苯丙烷苷类及环烯醚萜苷类对自由基所致大鼠主动脉环内皮依赖性舒张功能减弱的影响[J]. 国外医药. 植物药分册，2003,18(1):23.

[24] 苏印泉，马希汉，杨宗英. 日本杜仲研究进展[J]. 西北林学院学报. 1996, 11(2):94-99

[25] 张承忠，李冲，苏策，等. 蒙古糙苏中的环烯醚萜甙[J]. 中国中药杂志，1996,21(1):36-37.

[26] 李冲，张承忠. 蒙古糙苏化学成分研究(II)[J]. 中国中药杂志，2000,25(1):35-36.

[27] 张涛，阮金兰，吕子敏. 马鞭草环烯醚萜苷类成分的研究[J]. 中草药，2000,31(10):721-723.

[28] 续继文，李东，赵平. 杜仲化学成分(再报)[J]. 植物学报，1989,31(2):132-136.

[29] 宋志宏，莫少红，陈燕，等. 管花肉从蓉化学成分的研究[J]. 中国中药杂志，2000,25(12):728-730.

[30] 王刚力，赵淑杰，陈得昌，等. 大黄栀子果实化学成分的研究[J]. 中国中药杂志. 1999,24(1):38-39.

[31] 彭江南，冯孝章，李光玉，等. 耳草属植物的化学成分研究Ⅱ. 黄毛耳草中环烯醚萜甙的分离和鉴定[J]. 药学学报，1997,32(12):908-913.

[32] 潘文斗，麦浪天，李毓敬，等. 马缨丹中环烯醚萜葡萄糖甙的研究[J]. 中草药，1992,23(1):12-13

[33] 姜志宏，周荣汉，河野功，等. 枫香树皮中的环烯醚萜成分[J]. 中草药，1995,26(8):443-444.

[34] 康金国，申秀民，贾忠建. 藓生马先蒿化学成分研究(I)[J]. 中国中药杂志，1997,22(3):167-168.

[35] 易进海，钟只昌，罗泽渊，等. 藏药独一味根化学成分的研究[J]. 药学学报，1990,26(1):37-41.

[36] 李家实，阎玉凝. 杜仲皮与叶化学成分初步研究[J]. 中药通报，1986,11(8):41-42.

[37] 马柏林，梁淑芳，张康健等. 薄层色谱分离和分光光度法测定桃叶珊瑚甙[J]. 分析化学，2000,28(3):346-348

[38] 董娟娥，马柏林，贾二红. 杜仲叶中桃叶珊瑚甙测定方法的研究[J]. 西北林学院学报 2001,16(1):53-55

[39] 王良性(摘). 益母草中环烯醚萜的含量测定[J]. 国外医药. 植物药分册，1998,13(6):283

[40] 王艳春，童玉鳌. 栀子中环烯醚萜甙的薄层分离及光密度测定法的探讨[J]. 中草药，1990,21(6):12-14.

(下转第142页)

万方数据

4.3 长延堡广场植物造景设计

长延堡广场位于西安市南郊电视塔周围，用地范围呈菱形，南北长约1 000 m，东西宽约230 m，总面积约12.02 hm^2。

长延堡广场是市区南北景观主轴线的南端节点，基址内建有陕西省自然博物馆，赋予其在内容与形式上新的变化。长延堡广场的植物造景设计注重景观、生态、文化的设计主题的结合，以主体建筑为中心，以南北景观轴线为基础，与周围环境协调一致，共同营造景观优美、环境宜人、生态和谐、富于文化艺术魅力、富于个性特色、为公众认同的绿色空间环境。其植物造景的布局采用自然式与规则式构图相结合的手法，南部草坪区以观赏草坪为基调，点植常绿树，配以象形图案的大色块观花地被，暗喻中国古代天文图象，与浑天仪、日晷等标志小品呼应，主要树种有白皮松、雪松、观赏地被植物等；中部丛林区着重体现秦巴地区植物特色，集中渲染春花季相，提供游人休息、观景，主要树种有白皮松、大叶女贞、广玉兰、观赏桃花、玉兰、春花灌木等；中心绿岛区以主体建筑为中心，强调"绿"、"岛"的景观效果，体现水景的韵律，主要树种有雪松、海桐、南天竹、垂柳、碧桃等；北部疏林区渲染秋色叶季相，构成景观轴线的终端，主要树种有大叶女贞、银杏、元宝枫、火炬树、三角枫、紫叶李、观花地被植物等。

长延堡广场植物造景借鉴了城市景观轴广场系列的建设经验与教训，力图使其更加合理、完善、有特色。如，渲染引入自然、再现自然的"绿色景观"的景观立意；体现科普教育文化特征的独特个性；注意运用隐喻历史延续的景观构图符号；注重生态小环境的合理性；合理选择植物品种，强调景观生态配植形式；突出春秋两季的季相观赏效果，等等。实践证明，达到了较好的植物造景效果。

城市广场植物造景的关键在于强调生态原则、景观原则与文化原则结合，应从体现植物配植科学性和艺术性融合的角度出发，既立足于设计基址的环境条件，满足植物正常生长发育的环境需求，体现植物景观的生态性；也着眼于城市广场的景观特点，据广场总体布局、景观立意进行配植，充分利用造景因素，使植物景观总体环境协调一致，并注意植物景观的层次效果与季相变化，使其具备丰富多样又完整统一的观赏特色；同时也注意与挖掘广场文化内涵，使植物景观也能具备特定的文化氛围。

参考文献：

[1] 苏雪痕. 植物造景[M]. 中国林业出版社. 1994.
[2] 刁克. 谈植物景观的布局[J]. 中国园林，2001(1)：51.
[3] 易小林、秦华、刘磊. 当前植物造景中的几个问题及对策研究[J]. 中国园林，2002(1)：85.
[4] 庄树渊. 城市园林绿地设计误区初探[J]. 中国园林，2002(4)：90.

万方数据

(上接第135页)

[41] 程军，陈玉仁. 高效薄层扫描法测定车前草中桃叶珊瑚甙[J]. 中草药，1992，23(9)：459-460.
[42] 杨瑞琪，候得瑛，齐雅敬. HPLC法测定跌打损伤散中栀子甙的含量[J]. 中国中医药科技，1996，3(5)：27.
[43] 刘燕，吕高荣，鲁静. 栀子中环烯醚萜甙类成分的HPLC含量测定[J]. 中国中药杂志，1993，18(5)：298-299.
[44] 王钢力，赵淑杰，陈德昌. RP-HPLC测定大黄栀子中环烯醚萜甙类的含量[J]. 中国中药杂志，1999，24(10)：616-618.
[45] 戚向阳，陈维军，张声华. 反相高效液相色谱法测定杜仲中的京尼平甙、京尼平甙酸及绿原酸的含量[J]. 药物分析杂志，2000，20(1)：22-24.