

国产五味子科植物导管分子的比较解剖

王彦涵, 高建平, 乔春峰, 陈道峰

(复旦大学药学院生药学教研室, 上海 200032)

摘要: 对五味子科 2 属 19 种植物导管分子的结构进行了比较观察。结果表明: 2 属均以具缘纹孔导管为主, 少有梯纹和螺纹导管, 南五味子属多数种还有梯孔纹导管; 2 属导管长度和宽度差异很小, 长/宽比值有差异; 根据穿孔板的结构可分为 2 种形式: (1) 单穿孔板, 这类穿孔板较普遍存在; (2) 梯形穿孔板, 发现 2 属中的红花五味子 (*Schisandra rubriflora*)、五味子 (*S. chinensis*)、翼梗五味子 (*S. henryi*)、铁箍散 (*S. propinqua* var. *sinensis*) 和黑老虎 (*Kadsura coccinea*) 5 种植物的导管分子具有此类穿孔板。其中五味子属中的五味子导管分子只具有梯形穿孔板, 无单穿孔板, 但横条较少, 多为 2~3 条。

关键词: 五味子科; 导管; 单穿孔板; 梯形穿孔板

中图分类号: Q944 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2003)03-0226-05

Comparative anatomical study on the structures of vessel elements in Chinese Schisandraceae

WANG Yan-han, GAO Jian-ping, QIAO Chun-feng, CHEN Dao-feng

(Department of Pharmacognosy, School of Pharmacy, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Abstract: This paper deals with comparative study on the structures of vessel elements in 19 species of 2 genera of Chinese Schisandraceae. Pitted vessels were commonly observed in the two genera, spiral vessels and scalariform vessels were occasionally found; The length and the width of vessels show little difference, but length/width has difference between two genera. Two types of perforation plate were recognized. (1) The simple perforation plate was comparatively universal and widespread. (2) The scalariform perforation plate was demonstrated in *S. rubriflora*, *S. chinensis*, *S. henryi*, *S. propinqua* var. *sinensis* of *Schisandra* and *K. coccinea* of *Kadsura*. The vessel elements of *Schisandra chinensis* showed only typical scalariform perforation plates with fewer bars.

Key words: Schisandraceae; vessel; simple perforation plate; scalariform perforation plate

五味子科 (Schisandraceae) 包括南五味子属 (*Kadsura* Kaempf. ex Juss) 和五味子属 (*Schisandra* Michx.) 2 属, 约 39 种, 分布于亚洲东南部和北美东南部。我国 2 属均产, 约 29 种, 产于中南部和西南部, 北部及东北部较少见 (刘玉壶, 1996)。

自 1831 年 Don 建立五味子科以来 (Smith,

1947), 许多学者对其系统进行了研究, 但主要集中在五味子科与木兰科 (Magnoliaceae) 和八角科 (Illiciaceae) 的关系上 (McLaughlin, 1933; Whitaker, 1933; Kapil, 1964; Stone, 1965, 1968; Jalan, 1968; 文香英, 1999, 2000), 五味子科内的系统发育研究却很少。实际上, 对于科下置五味子属和南五味子属, 以

收稿日期: 2002-09-29 修订日期: 2002-12-18

基金项目: 高校博士点基金项目 (2000026519); 国家自然科学基金项目 (30271586); 高校优秀青年教师教学和科研奖励基金项目 (1999-71)。

作者简介: 王彦涵 (1965-), 女, 四川邻水人, 博士生, 生药学专业。

及分属特征,一直并无不同看法。近年的孢粉学(孙成仁,2000)研究发现,五味子属中除了大花五味子(*S. grandiflora*)、红花五味子(*S. rubriflora*)、球蕊五味子(*S. sphaerandra*)为3沟型外,其余均是6沟型,南五味子属中全是6沟型花粉,由此孙成仁认为,五味子属和南五味子属可能是源于同一祖先且沿两条不同演化路线平行演化的2个近缘类群。ITS区序列分析(刘忠等,2001)结果也显示:五味子属中的东亚五味子(*S. rependa*)总是和南五味子属聚在一起,说明南五味子属和五味子属之间关系非常密切,南五味子属很有可能是从五味子属中起源分化出来的。雄花发育(刘忠等,2000)研究表明,五味子属雄花的形态建成有柱托型、平托型和球托型3种类型,其中柱托型是原始类型,平托型和球托型是衍生类型,南五味子雄花的形态建成式样也属于

柱托型,只是雄蕊在雄花发育的后期变成轮状排列,由此刘忠推测五味子属和南五味子属起源于同一柱托型的原始类群。虽然这些研究都涉及到了两属的起源,但原始类群由哪些种组成?如何组成?其关键问题并没有解决。陈道峰通过系统分析五味子科植物木脂素类成分的结构类型和分布规律,初步找到了问题的关键,并提出了建立以红花五味子(*S. rubriflora*)为模式种,至少包括五味子(*S. chinensis*)的新属华夏五味子属(*Proschisandra* D. F. Chen, gen. Nov.)的新观点(陈道峰等,2003)。

被子植物导管分子演化途径,已有较多论述(Bailey,1954;Frost,1930a,b)。但五味子科研究较少,只有Carlquist(1999)对7种植物的木材进行过解剖研究。我们对19种(分别代表2属7亚属,按照刘玉壶系统)的导管分子进行了观察,以期讨论

表1 材料来源
Table 1 The origin of materials

	Taxa	Sources/Vouchers		
五味子属 <i>Schisandra</i>	多蕊五味子亚属 Subgen. <i>Pleioestema</i>	红花五味子 <i>Schisandra rubriflora</i>	Lijiang, Yunnan/W0107016	
	少蕊五味子亚属 Subgen. <i>Maximowiczia</i>	五味子 <i>S. chinensis</i>	Yushe, Shanxi/G200051901	
	中华五味子亚属 Subgen. <i>Sinoschisandra</i>	华中五味子 <i>S. sphenanthera</i>	Nanyue, Hunan/G010626003	
		毛叶五味子 <i>S. pubescens</i>	Jinfoshan, Chongqing/W0108005	
		翼梗五味子 <i>S. henryi</i>	Dujiangyan, Sichuan/W0108009	
		金山五味子 <i>S. glaucescens</i>	Jinfoshan, Chongqing/W0108003	
		小花五味子 <i>S. micrantha</i>	Pingbian, Yunnan/W0107020	
		狭叶五味子 <i>S. lanci folia</i>	Dali, Yunnan/W0107004	
		滇藏五味子 <i>S. neglecta</i>	Dali, Yunnan/W0107005	
		绿叶五味子 <i>S. viridis</i>	Longsheng, Guangxi/W0106001	
	团蕊五味子亚属 Subgen. <i>Sphaerostema</i>	铁箍散 <i>S. propinqua</i> var. <i>sinensis</i>	Kunming, Yunnan/W0107001	
	重瓣五味子亚属 Subgen. <i>Plenischisandra</i>	重瓣五味子 <i>S. plena</i>	Xishuangbanna, Yunnan/W0207012	
	南五味子属 <i>Kadsura</i>	离蕊南五味子亚属 Subgen. <i>Cosbaea</i>	黑老虎 <i>K. coccinea</i>	Longsheng, Guangxi/W0106003
		南五味子亚属 Subgen. <i>Kadsura</i>	广西南五味子 <i>K. guangxiensis</i>	Longsheng, Guangxi/W0106006
		多子南五味子 <i>K. polysperma</i>	Hupingshan Shimen, Hunan/G01070302	
		毛南五味子 <i>K. induta</i>	Pingbian, Yunnan/W0107019	
		异型南五味子 <i>K. heteroclita</i>	Jinfoshan, Chongqing/W0108002	
		狭叶南五味子 <i>K. angustifolia</i>	Nanyue, Hunan/G010626005	
		长梗南五味子 <i>K. longipedunculata</i>	Tianmushan, Zhejiang/W0204002	

注:根据刘玉壶(1996)系统。Note: Based on Liu's System (1996).

该科植物的系统演化地位提供证据。

1 材料与方方法

材料取自直径均在0.5 cm左右的茎部。干燥材料经水煮软化,用10%铬酸:10%硝酸1:1的离析液离析,番红染色,加拿大树胶封固。导管分子长度、宽度和梯状穿孔板横隔数均随机目测100个,

求平均值。凭证标本存复旦大学药学院生药学教研室。材料来源见表1。

2 观察结果

2.1 导管类型和管胞

五味子科植物导管都以具缘纹孔为主,少有螺旋纹(图1-6)和梯纹增厚(图1-7);南五味子属中除黑

老虎 *K. coccinea*, 异型南五味子 *K. heteroclita* 和狭叶南五味子 *K. angustifolia* 外, 还观察到少量的梯孔纹导管(图 1-4); 导管分子上纹孔排列主要为对列式, 但五味子属的金山五味子 *S. glauescens* 和铁

箍散 *S. propinqua* var. *sinensis*, 南五味子属中的黑老虎、狭叶南五味子和广西南五味子 *K. guangxiensis* 中可见到梯状纹孔式(图 1-9), 没有互列的类型。此外两属中都偶见管胞(图 1-3)。

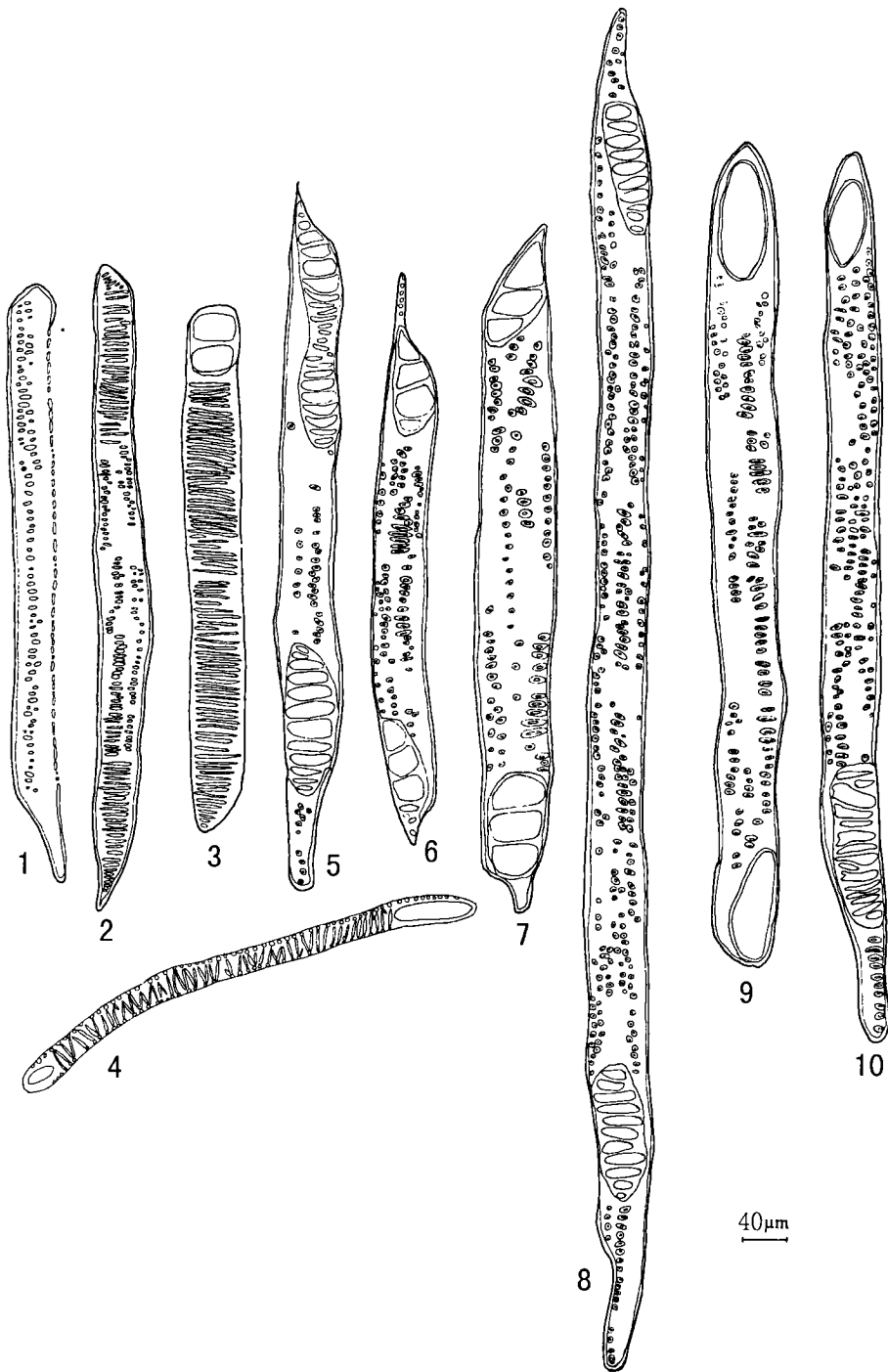


图 1 1. 红花五味子; 2. 五味子; 3. 管胞; 4. 梯孔纹导管; 5. 黑老虎; 6. 螺旋纹导管; 7. 梯纹导管; 8. 铁箍散; 9. 广西南五味子; 10. 异型南五味子。

Fig. 1 1. *Schisandra rubriflora*; 2. *S. chinensis*; 3. Tracheid; 4. Scalariform-pitted vessel; 5. *Kadsura coccinea*; 6. Spiral vessel; 7. Scalariform vessel; 8. *S. propinqua* var. *sinensis*; 9. *K. guangxiensis*; 10. *K. heteroclita*.

2.2 导管分子长度和宽度及长/宽比值

南五味子属和五味子属导管的长度和宽度比较接近。但长/宽比值存在差异,五味子属的种在 11.25 ± 4.70 ; 南五味子属的种 16.00 ± 5.76 , 其中黑老虎平均为 19.70 。

2.3 具梯状穿孔板的类群

根据梯状穿孔板在导管分子中的分布频率及其形态,可将具梯状穿孔板的类群分为 3 类:(1)全部为典型的梯状穿孔板。五味子属中的五味子全部为

典型的梯状穿孔板,但 85% 的穿孔板上横条仅 2~3 条(图 1-2)。(2)大部分具有典型的梯状穿孔板。五味子属的红花五味子(图 1-1),铁箍散(图 1-8),翼梗五味子;南五味子属的黑老虎(图 1-5),多为梯状穿孔板,单穿孔板仅占很小比例,一般 5%~10% 左右。(3)少数具退化的梯状穿孔板。除前面的两类外,其余种均是以单穿孔板为主(图 1-9),梯状穿孔板占比例少,横条数目也较少,其结构大体上都成退化状态。大多数种具有一端为梯状穿孔板,另一

表 2 五味子科植物导管分子特征

Table 2 The characteristics of vessel elements of Schisandraceae

植物名称 Species	导管分子长度 Length of vessel elements(μm)	导管分子宽度 Width of vessel elements(μm)	长/宽 Length/Width	穿孔板类型 Types of perforation plate		
				S	Sc(2~9)	Sc(10~20)
<i>Schisandra rubriflora</i>	621±110	70±12	11.36±4.20	+	++	++
<i>S. chinensis</i>	608±141	57±11	11.24±4.12	-	++++	+
<i>S. pubescens</i>	805±158	83±35	11.07±5.88	++++	+	+
<i>S. henryi</i>	716±234	56±12	13.39±4.81	+	++	++
<i>S. glaucescens</i>	684±164	69±20	10.94±4.11	+++	+	+
<i>S. micrantha</i>	568±183	75±15	9.96±4.59	+++	+	+
<i>S. sphenanthera</i>	736±152	90±37	9.63±4.61	++++	+	-
<i>S. neglecta</i>	645±156	68±22	10.54±4.29	++++	-	+
<i>S. lanciifolia</i>	762±231	71±21	11.82±5.58	++++	+	+
<i>S. viridis</i>	842±120	88±30	9.45±5.12	++++	+	+
<i>S. propinqua</i> var. <i>sinensis</i>	603±133	49±13	12.88±4.04	+	++++	+
<i>S. plena</i>	761±129	83±31	10.46±4.00	++++	+	+
<i>Kadsura coccinea</i>	894±213	48±11	19.70±6.67	+	++++	+
<i>K. guangxiensis</i>	723±142	52±13	14.97±5.75	+++	+	+
<i>K. polysperma</i>	743±168	58±16	13.95±5.46	++++	+	+
<i>K. heteroclita</i>	843±223	55±15	16.48±6.49	++++	+	+
<i>K. induta</i>	800±144	69±25	14.38±4.46	+++	+	+
<i>K. angustifolia</i>	659±171	42±8	16.29±5.89	+++	+	+
<i>K. longipedunculata</i>	696±212	45±10	16.20±5.60	++++	+	+

S: 单穿孔板; Sc: 梯状穿孔板。 S: Simple perforation plate; Sc: Scalariform perforation plate.

百分比(Percentage): -, 0; +, <25%; ++, 25%~50%; +++, 50%~75%; +++++, >75%。

端为单穿孔板导管(图 1-10)。

具此类梯状穿孔板的导管分子在 2 属植物中都存在。导管分子特征见表 2。

3 讨 论

五味子科建立以来,尽管不同的学者给予了五味子科不同的分类等级,提出了不同的分类系统,但都认为它由两个基本类群组成。主要依据是果期花托是否延长,即花托不延长的南五味子属和花托延长的五味子属。但陈道峰通过化学分析提出了新的观点。五味子科植物含有五大类木脂素,含有联苯环辛烯和二芳基丁烷类木脂素的红花五味子和五味子是原始类群,除这两类木脂素外,还含有芳基四氢奈酮或四氢呋喃类木脂素的类群,以及另还含有螺

苯吡喃型联苯环辛烯类木脂素(南五味子属)的类群是进化的。陈道峰由此提出,五味子属和南五味子属起源于红花五味子和五味子组成的原始类群华夏五味子属,平行进化(陈道峰等,2003)。

许多学者认为被子植物导管分子的演化趋势是:导管分子较长,较细是原始的;梯状穿孔板是原始的,单穿孔板是进化的。单穿孔板是由梯状(网状)穿孔板的横条退化消失逐步演化而来,而具有不完全的横条的梯状穿孔板则是一种中间类型(Brown,1918)。导管的穿孔板结构显示,五味子导管分子全是梯形穿孔板,红花五味子以梯状穿孔板为优势,说明它们是原始的,这与雄花发育、孢粉学证据是一致的。从雄花的发育来看,他们都属原始的柱托型;孢粉学显示,红花五味子花粉 3 沟型,五味子虽然是 6 沟型,但其花粉网眼粗大。这与化学

分析提出的假设是相符的(陈道峰等,2003)。但五味子的梯状穿孔板横隔成退化状态(2~3条),说明该种相对红花五味子进化,这与五味子雄蕊数目减少至5枚,分布于边缘地带是吻合的。

从导管分子结构类型来看,五味子属和南五味子属并没有多大差别,均以具缘纹孔导管为主;尽管在五味子属的金山五味子和铁箍散,南五味子属中的黑老虎、狭叶南五味子和广西南五味子中可见到纹孔梯状排列,但均以对列式排列为主。

长/宽比值方差分析发现,两属之间差异较大。南五味子属的长/宽比值均大于五味子属,这点看来南五味子属比五味子属原始。铁箍散以梯形穿孔板为优势,且长/宽比值在五味子属中相对较大,从这点上来看是原始的,但这与它的6沟型花粉:含有较进化的芳基四氢奈酮类或四氢呋喃类木脂素等证据并不吻合。形态上,铁箍散也是一个特化程度较高的类群,其雄花的花托呈球形,雄蕊生于花托的浅凹,雄蕊的合生程度是五味子属中最高的。这表明,内部结构与外部形态、化学次生物质的演化并非完全同步。

各方面证据都显示出南五味子属是一个自然的类群,根据雄花的形态分为离蕊南五味子亚属和南五味子亚属。利用长/宽比值取对数进行的聚类分析与此一致,离蕊南五味子亚属(黑老虎为代表)和南五味子亚属分成两支,构成姊妹群。从穿孔板结构来看,南五味子亚属的种全是单穿孔板占优势,离蕊南五味子亚属的黑老虎导管分子是原始的梯状穿孔板为主,且导管分子长,细。说明离蕊南五味子亚属比南五味子亚属原始,这与形态学结果相一致。

参考文献:

- 中国科学院中国植物志编辑委员会. 1996. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 231-269.
- 陈道峰, 王彦涵, 高建平, 等. 2003. 五味子科的化学分类学[A]. 见: 周荣汉. 植物化学分类学[C]. 上海: 上海科技出版社.
- Bailey, IW. 1954. Contribution to Plant Anatomy[M]. Chronica Botanica Co. Waltham, Mass.
- Brown, FBH. 1918. Scalariform pitting a primitive feature in angiospermous secondary wood[J]. *Science N S*, **48**: 16-18.
- Carlquist-Sherwin. 1999. Wood and bark anatomy of Schisandraceae: Implications for phylogeny, habit and vessel evolution[J]. *Aliso*, **18**(1): 45-55.
- Frost, FS. 1930a. Specialization in secondary xylem of dicotyledons. 1. Origin of vessels[J]. *Bot Gaz*, **89**: 67-94.
- Frost, FS. 1930b. Specialization in secondary xylem of dicotyledons. 2. Evolution of end wall of vessel segment[J]. *Bot Gaz*, **90**: 198-212.
- Jalan S. 1968. Observation on the Crystalliferous Sclerida of Some Schisandraceae[J]. *Beitr Biol Pflanzen*, **44**: 277-288.
- Kapil RN, Jalan S. 1964. *Schisandra* Michaux-Its Embryology and Systematic Position[J]. *Botaniska Notiser*, **117**: 285-306.
- Liu Z(刘忠), Wang XQ(汪小全), Chen ZD(陈之端), et al. 2000. The phylogeny of Schisandraceae Inferred from Sequence Analysis of the nrDNA ITS Region(五味子科的系统发育: 核糖体 DNA ITS 区序列证据)[J]. *Acta Botanica Sinica* (植物学报), **42**(7): 758-761.
- Liu Z(刘忠), Lu AM(路安民), Lin Q(林祁), et al. 2001. Organogenesis of Staminate Flowers in the Genus *Schisandra* and Its Systematic Significance(五味子属雄花的形态发生及其系统学意义)[J]. *Acta Botanica Sinica* (植物学报), **43**(2): 169-177.
- Mclaughlin RP. 1933. Systematic anatomy of the woods of the Magnoliales[J]. *Trop woods*, **34**: 3-39.
- Smith, AC. 1947. The families Illiciaceae and Schisandraceae[J]. *Sargentia*, **7**: 1-224.
- Stone, DE. 1965. In Documented chromosome numbers of plants[J]. *Madrono*, **18**: 126.
- Stone, DE. 1968. Cytological and morphological notes on the southeastern endemic, *Schisandra glabra* (Schisandraceae)[J]. *Jour Elisha Mitchell Sci Soc*, **84**: 351-356.
- Sun CR(孙成仁). 2000. Pollen Morphology of the Schisandraceae and Its Systematic Significance(五味子科植物花粉形态及其系统学意义)[J]. *Acta phytotaxonomica Sinica* (植物分类学报), **38**(5): 437-445.
- Wen XY(文香英), Lin Q(林祁). 1999. Study on the Leaf Venation of Five Species in the Family Schisandraceae from China(国产五味子科五种植物叶片脉序研究)[J]. *Life Science Research* (生命科学研究), **31**: 69-74.
- Wen XY(文香英), Lin Q(林祁). 2000. Study on the Leaf Epidermis of the Genus *Schisandra* in China(中国五味子属植物叶表皮研究)[J]. *Life Science Research* (生命科学研究), **4**(1): 41-47.
- Whitaker, TW. 1933. Chromosome number and relationship in the Magnoliales[J]. *Jour Arnold Arb*, **14**: 376-385.