

木通科植物的化学分类

郑庆安 杨崇仁^①

①中国科学院昆明植物研究所 昆明 650204

摘要 木通科为双子叶植物纲中较原始的一个小科,多为寡种属和单种属,主要分布于东亚地区。我国共有 7 属 29 种,其中很多种为传统的药用植物。本文简要综述木通科植物近几十年的化学研究状况,并从化学分类学的角度探讨木通科属间和与其近缘科之间的系统关系。结果表明齐墩果烷型三萜皂甙作为木通科的特征化学成分在该科的系统分类中具有一定的意义。齐墩果烷型三萜皂甙不仅提示木通科与毛茛科的毛茛亚科的系统联系,而且甙元骨架的氧化水平与科内各属的系统进化也有一定的相关性。

关键词 木通科, 三萜皂甙, 化学分类学

Chemotaxonomic Study on the Family of Lardizabalaceae

ZHENG Qing-An YANG Chong-Ren^①

(Kunming Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

Abstract The Lardizabalaceae is a relatively primitive small family in the Dicotyledoneae. It is composed mainly of monotypic and oligotypic genera and is distributed mainly in eastern Asia. There are 29 species of 7 genera in China, some of which are used as traditional herbs. Based on the brief summary of taxonomic and chemical research results, the present paper discusses the chemotaxonomy of this family. It is noticed that triterpenoidal saponins are characteristic constituents of this family and have taxonomic significance. The distribution of triterpenoidal saponins in the plants of Lardizabalaceae suggests the phylogenetic relation between Lardizabalaceae and Ranunculoideae of Ranunculaceae. Moreover, the oxidative level of triterpenoidal aglycone may also imply evolutionary relations among the genera of the family.

Key words Lardizabalaceae, Triterpenoidal saponins, Chemotaxonomy

木通科为双子叶植物纲中一个较原始的小科,主要分布于东亚温带和亚热带,虽种类不多,但多为药用植物,在我国传统中医药和民间医药中均常有应用。木通科植物的化学成分已有不少的报道,三萜皂甙类化合物为其重要的次生代谢产物。本文拟在概述该科药用植物资源、分类,以及化学研究的基础上,讨论三萜皂甙在木通科系统分类中的意义,并从化学分类学的角度探讨属间和与其近缘科之间的系统关系。

1 木通科的药用植物资源及系统分类

木通科(Lardizabalaceae)由 Decaisne 于 1837 年正式建立。根据覃海宁等 1997 年的系统整理,本科共有 9 属 35 种 8 变种,多属于寡种属或单种属(Qin, 1997)。本科植物多为木

① 通信联系人。Author for Correspondence.

作者简介:郑庆安,男,1970 年 5 月生,博士生,助理研究员。杨崇仁,男,研究员,博士生导师。

收稿日期:2000-06-08 接受日期:2000-10-19 责任编辑:程红森

质藤本,少有直立灌木,常生长于亚热带和温带的阔叶林边缘。主要分布于东亚地区,自喜马拉雅至中国东部、朝鲜和日本,向南至中南半岛。南美洲的智利和阿根廷有两个单种属:拉氏藤属(*Lardizabala*)和勃奎拉属(*Boquila*)。大血藤属(*Sargentodoxa*)早期置于木通科,近代分类学研究多将其单列为大血藤科(*Sargentodoxaceae*)。

我国分布有 7 属 29 种,其中 20 种为我国特有种,有不少种类是常用的药用植物。木通属(*Akebia*)共 4 种,分布于中国、日本和朝鲜。其中,木通(*A. quinata* (Houtt.) Decne.),三叶木通(*A. trifoliata* (Thunb.) Koidz.),白木通(*A. trifoliata* var. *australis* Diels)的种子为中药蒺藜子,其果皮为中药八月札,均为常用中药,有悠久的药用历史,具清热利尿、活血止痛、通经活络等功效,并常用为治疗癌症的配伍药(江苏新医学院编,1975)。野木瓜属(*Stauntonia*)共 13 种,主要分布于东亚,尤其是中国。其中,野木瓜(*S. chinensis* D. C.),日本野木瓜(*S. hexaphylla* (Thunb.) Decne.)具有镇静、镇痛、解痉作用。八月瓜属(*Holboellia*)有 11 种,分布于喜马拉雅地区至中国东部和中南半岛北部地区。五风藤(*H. latifolia* Wall.),狭叶五风藤(*H. angustifolia* Wall.)分布在我国西藏地区和四川,为中药八月札的代用品。猫儿屎属(*Decaisnea*)为单种属,猫儿屎(*D. insignis* (Griff.) Hook. f. et Thomson)分布于中国、尼泊尔、印度东北,以及缅甸的部分地区,具清肺止咳、驱风除湿之功效(江苏新医学院编,1975),山中猴子等动物常以其果实为食。串果藤属(*Sinofranchetia*)亦为单种属,串果藤(*S. chinensis* (Fr.) Hemsl.)特产于我国中西部地区,生于山谷、山坡阔叶林中。牛藤果属(*Parrotia*)有两种,为常绿大型藤本,分布区域自印度东北部至缅甸、泰国和中国。长萼木通属(*Archakebia*)为覃海宁等 1995 年从八月瓜属中分出的新的单种属,长萼木通(*A. apetala* (Xia et al.) Wu, Chen et Qin)特产于甘肃、陕西和四川西北部。

木通科共分为 4 个族:猫儿屎族、串果藤族、木通族(包括木通属、野木瓜属、八月瓜属、长萼木通属、牛藤果属)和拉氏藤族(包括拉氏藤属和勃奎拉属)。其中猫儿屎族和串果藤族各含 1 个单种属,被认为是木通科中最为原始的类群。木通族的 5 个属中,除野木瓜属和八月瓜属种类较多外,其余均为寡种属或单种属。牛藤果属、八月瓜属和野木瓜属是木通科较为进化的类群,这 3 个属均为雌雄同株的藤本植物,具浆果,在外形上容易混淆。寡种属和单种属多是木通科的一个重要特色,提示该科在系统演化中的相对原始性和在种群分化上的特化与隔离。

大多数系统学家认为,在双子叶植物纲的系统演化中,木通科与防己科、小檗科和毛茛科均有一定的亲缘关系,只是不同的作者对其系统位置的处理略有差异。Decaisne 认为木通科与防己科和小檗科平行发展;Prantl 将其置于毛茛科和小檗科之间;Hutchinson 将其置于小檗目中的大血藤科和防己科之间,并在小檗科之前;Cronquist 将其置于小檗目的小檗科和防己科之间;Takhtajan 将其置于毛茛目中的大血藤科、防己科和小檗科的前面(吴征镒和李恒,1989)。尽管木通科的系统位置尚不确定,但一般公认木通科起源于毛茛科,是双子叶植物进化早期阶段的一个特化的分支。

2 木通科的化学成分

迄今为止的化学研究结果表明,木通科植物中的主要化学成分为三萜皂甙。另外,还含有木脂素类、黄酮类、酚类、油脂、有机酸和多糖等多种成分。

木通科植物以富含齐墩果烷型的五环三萜皂甙为特色。在早期研究中, Silva 等从勃奎拉藤 (*Boquila trifoliata*) 中分离出以齐墩果酸 (oleanolic acid) 为甙元的三萜皂甙 (Silva and Mancinelli, 1961; Silva and Stuck, 1962)。Mitra-Karrer 等从五风藤中分离出常春藤皂甙元 (hederagenin) 的皂甙 (Mitra and Karrer, 1953)。Takemoto 等从日本野木瓜中分离出香树脂醇乙酸酯 (amyrin acetate) 和羽扇豆醇乙酸酯 (lupeol acetate)。70 年代以来, Kumekawa 等从木通果皮中分离到若干三萜皂甙, 其甙元为常春藤皂甙元和齐墩果酸 (Fujita *et al.*, 1974a, 1974b; Kumemoto *et al.*, 1974)。Higuchi 等从木通的种子和果皮中得到的三萜皂甙, 其甙元为常春藤皂甙元、齐墩果酸、阿江橄仁酸 (arjunolic acid)、去甲阿江橄仁酸 (norarjunolic acid) 等 (Higuchi *et al.*, 1972a; 1972b; 1976a; 1976b)。Ikuta 等从木通的愈伤组织中分离得到去甲齐墩果酸 (noroleanolic acid) 衍生物及其配糖体 (Ikuta and Itolawa, 1986; 1989; Ikuta, 1995)。王淮宾等从野木瓜中得到去甲齐墩果酸的皂甙 (王淮宾等, 1989)。王淮宾等还从日本野木瓜中得到一些新的皂甙, 命名为野木瓜甙 (staunoside) A-E (Wang *et al.*, 1989; 1993a; 1993b)。马双成等 (1994a; 1994b; 1994c; 1995) 从白木通中得到甙元为齐墩果酸、阿江橄仁酸和常春藤皂甙元的三萜皂甙。我们研究小组的孔杰等从猫儿屎中分离得到 7 种新的三萜皂甙, 甙元为齐墩果酸和常春藤皂甙元 (Kong *et al.*, 1993; 1999) (图 1; 表 2)。

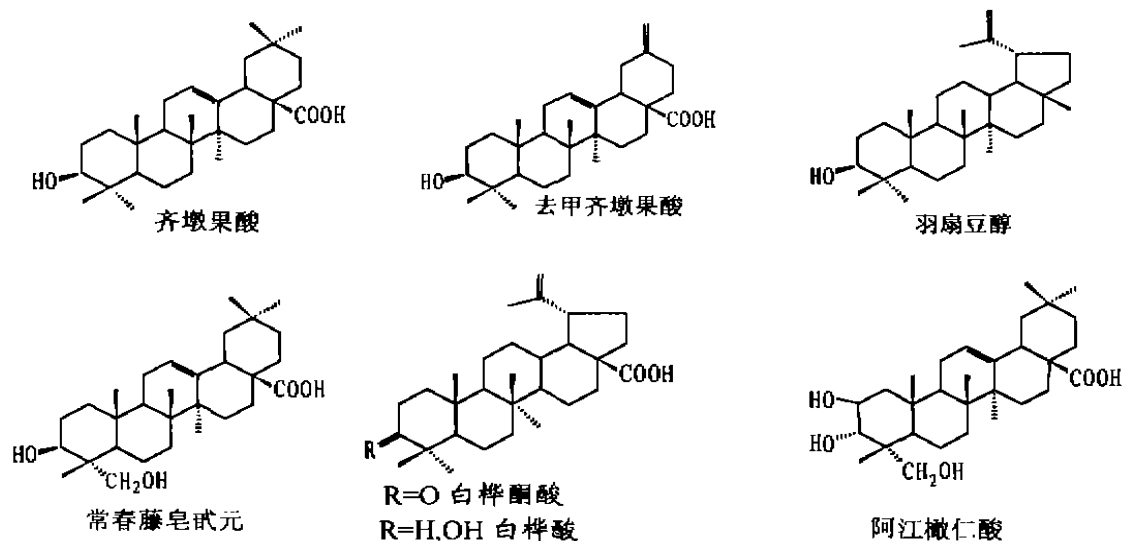


图 1 木通科植物中的三萜皂甙元

除三萜皂甙外, 木通科植物中还富含酚类化合物。如: Bate-Smith 等从木通、八月瓜中分得槲皮素 (quercetin)、山柰酚 (kaempferol)、咖啡酸 (caffeic acid)、阿魏酸 (ferulic acid)、白芥子酸 (sinapic acid) 等化合物 (Bate-Smith, 1962)。N. Ishikura 从木通、日本野木瓜中检测出花青素类化合物 (Ishikura, 1975)。王淮宾等从日本野木瓜中分离得到 3 个双环氧木脂素甙, 野木瓜甙 C (staunoside C)、(+)-fraxiresinol-1- β -D-glucopyranoside 和 (+)-1-hydroxypinoresinol-1- β -D-glucopyranoside; 1 个酚甙类化合物: 野木瓜甙 F (staunoside F) (Wang *et al.*, 1993c; 1998) (见图 2)。

此外,木通科植物种子中含有丰富的油脂类成分。木通、三叶木通和野木瓜的种子中的油脂含量均高达 28% ~ 30%。Fujita 等从木通中还得到了豆甾醇、 β -谷甾醇、 β -胡萝卜素、肌醇和蔗糖等 (Fujita *et al.*, 1974b)。张劲松等还从白木通中分离到 1 个多糖类化合物 ATBB-2, 分子量为 2.3×10^5 , 为由鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖及葡萄糖醛酸组成的杂多糖 (张劲松和方积年, 1997)。

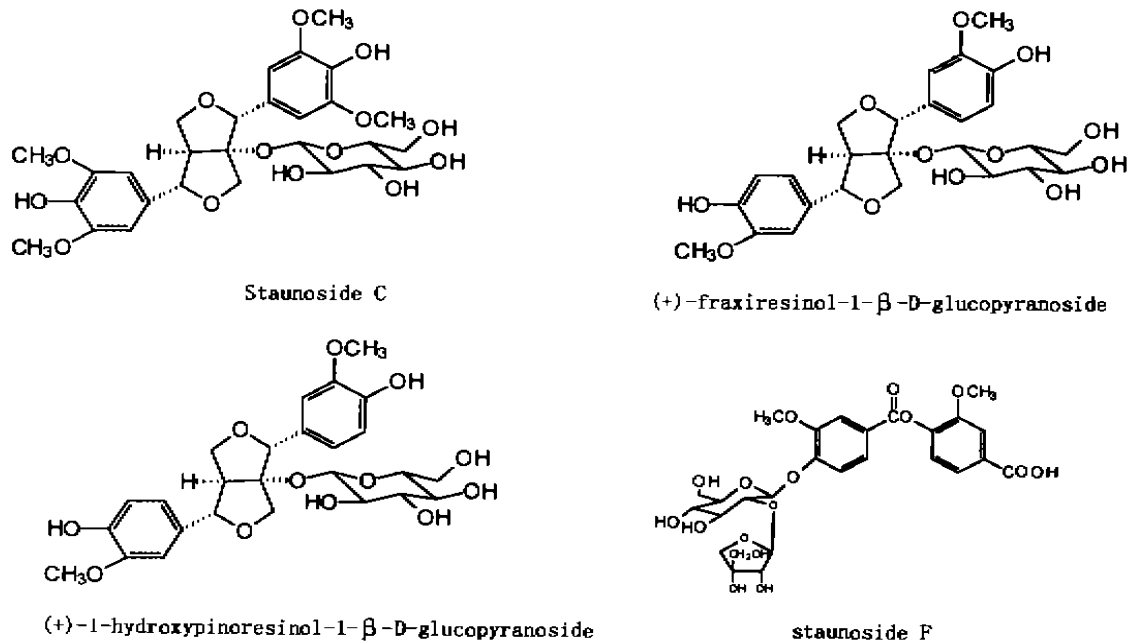


图 2 木通科中的木脂素甙和酚甙

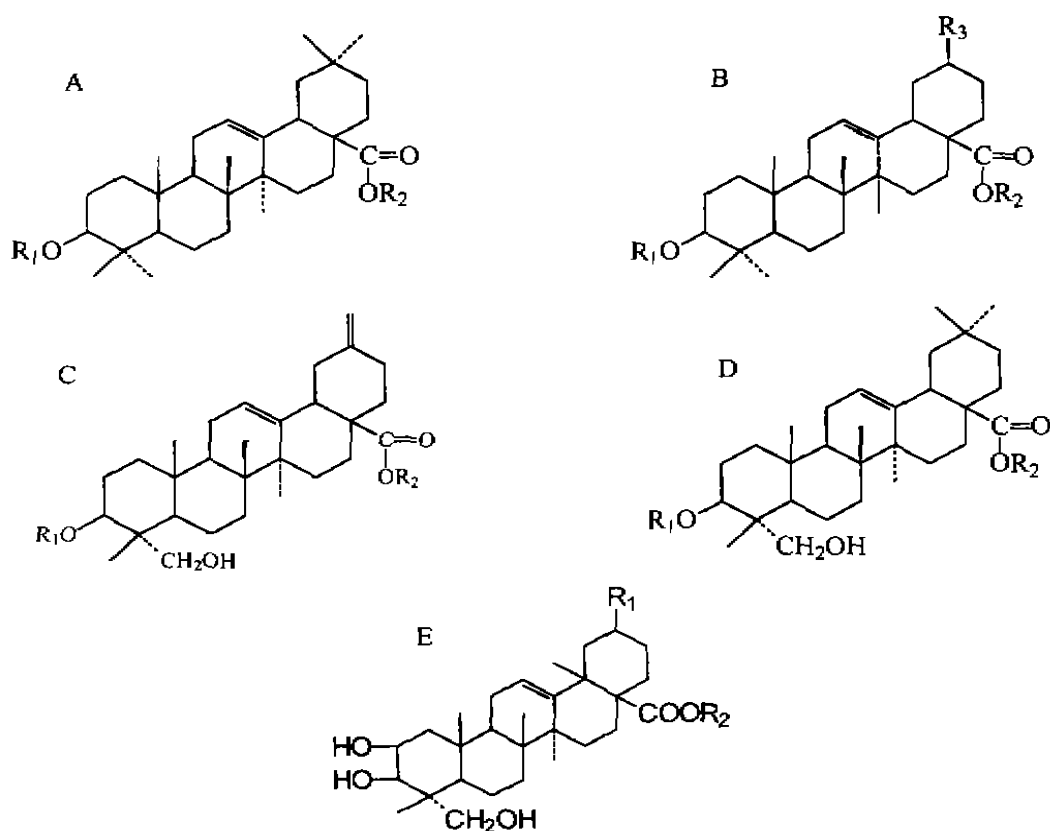
表 1 木通科植物中的主要化合物类型

	Hedera genin	Oleanonic acid	Lupenol	Arjunolic acid	Phenol	Lignan
勒奎拉藤 (<i>B. trifoliolata</i>)		+				
五凤藤 (<i>H. latifolia</i>)	+					
八月瓜 (<i>Holboellia</i> sp.)	+					
拉氏藤 (<i>L. funaria</i>)		+				
木通 (<i>A. quinata</i>)	+	+	+	+		
三叶木通 (<i>A. trifoliata</i>)	+	+				
白木通 (<i>A. trifoliata</i> var. <i>australis</i>)	+	+		+		
野木瓜 (<i>S. chinensis</i>)		+				
日本野木瓜 (<i>S. hexaphylla</i>)	+	+	+			
猫儿屎 (<i>D. insignis</i>)	+	+			+	+

3 木通科的化学分类

60 年代, Hegnauer (1966) 曾对木通科植物的化学分类作过简单的叙述, 近 30 年的研

表 2 木通科植物的三萜皂甙成分



类型 A (Type A)

名称 (Chemical)	R1	R2	植物来源 (Plant)	文献 (Reference)
齐墩果酸	H	H	<i>A. quinata</i>	Kong <i>et al.</i> , 1993
皂甙 P ₅	-Ara(2-1)Rha	H	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976b
皂甙 F ₅	-Ara(2-1)Glc	H	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976b
皂甙 P13	-Ara(2-1)Rha	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976b
皂甙 S ₅	-Ara(2-1)Glc(4-1)Rha	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976b
猫儿屎甙 A	-Ara[(2-1)Rha] (3-1)Gal	H	<i>D. usignis</i>	Kong <i>et al.</i> , 1993
猫儿屎甙 B	-Ara[(2-1)Rha] (3-1)Gal	-Glc(6-1)Glc	<i>D. fargesii</i>	Kong <i>et al.</i> , 1993
猫儿屎甙 C	-Ara[(2-1)Rha] (3-1)Gal	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>D. fargesii</i>	Kong <i>et al.</i> , 1993
Dipsacaside	-Ara(2-1)Rha	-Glc(6-1)Glc	<i>D. fargesii</i>	Kong <i>et al.</i> , 1993
Kalopanaxsaponin B	-Ara(2-1)Rha	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>D. fargesii</i>	Kong <i>et al.</i> , 1993
黄芩子甙 IV	-Ara(2-1)Xyl	-Glc(6-1)Glc	<i>A. trifoliata</i> var. <i>australis</i>	马双成等, 1994a

类型 B (Type B)

名称 (Chemical)	R1	R2	R3	来源 (Plant)	文献 (Reference)
去甲齐墩果酸	H	H	= CH ₂		
Mulbenoside	-Glc [(2-1)Xyl] (3-1)Ara	CH ₃	-OH -OH	Callus tissue of <i>A. trifoliata</i>	Ikuta, 1995
Triboside A	-Glc [(2-1)Xyl] (3-2)Ara	CH ₃	COOH OH	同上	Ikuta, 1995
Triboside B	-Ara [(2-1)Xyl] (3-1)Glc	CH ₃	= CH ₂	同上	Ikuta, 1995
Quinatoside D	-Ara (2-1)Xyl	H	= CH ₂	同上	Ikuta and Itakana, 1989
野木瓜甙 YM7	-Ara (3-1)Ara	-Glc (6-1)Glc (4-1)Rha	= CH ₂	<i>S. stauntonia</i>	Wang, 1989
野木瓜甙 YM11	-Ara	-Glc (6-1)Glc	= CH ₂	同上	Wang, 1989
野木瓜甙 YM13	-Ara (3-1)Ara	-Glc (6-1)Glc	= CH ₂	同上	Wang, 1989
野木瓜甙 YM14	-Ara	-Glc (6-1)Glc (4-1)Rha	= CH ₂	同上	Wang, 1989
Sapinin 5	-Ara (3-1)Ara	H	= CH ₂	同上	Wang, 1989
Sapinin 8	-Ara	H	= CH ₂	同上	Wang, 1989
野木瓜甙 YM10	-Ara (2-1)Rha	-Glc (6-1)Glc (4-1)Rha	= CH ₂	同上	王淮宾等, 1989
野木瓜甙 YM12	-Ara (2-1)Rha	-Glc (6-1)Glc	= CH ₂	同上	王淮宾等, 1989

类型 C (Type C)

名称 (Chemical)	R1	R2	来源 (Plant)	文献 (Reference)
3D-去甲常春藤皂甙元	H	H	Callus tissue of <i>A. quinata</i>	Ikuta and Itokawa, 1989
Quinatoside A	-Ara	H	同上	Ikuta and Itokawa, 1989
Quinatoside B	-Ara (3-1)Glc	H	同上	Ikuta and Itokawa, 1989
Quinatoside C	-Ara (3-1)Xyl	H	同上	Ikuta and Itokawa, 1989
Triboside C	-Ara [(2-1)Xyl] (3-1)Glc	H	<i>A. trifoliata</i>	Ikuta, 1995

究结果进一步表明,该科植物主要含有齐墩果烷型的三萜皂甙。其甙元在齐墩果酸的基础上并进一步氧化为常春藤皂甙元、阿江檫仁酸和去甲阿江檫仁酸等。少数植物亦含有羽扇豆烷型的三萜皂甙和其他酚类化合物。表 1~3 为本科植物中主要次生代谢产物的化学结构与分布。已有的化学研究结果提示,齐墩果烷型三萜皂甙是本科植物的特征化学成分。虽然齐墩果烷型三萜皂甙在植物界的分布较为广泛,但在一些特定的类群中,其存在仍显示有一定的规律性,并在目、科、属等不同的分类等级中具有一定的化学分类学的意义(杨崇仁等,1988;云南植物所,1975)。木通科植物中齐墩果烷型三萜皂甙的分布与其系统分类的相关性可初步讨论如下:

已进行过化学研究的 6 个属中,均含有以常春藤皂甙元和齐墩果酸为甙元的三萜皂甙。从白木通中分离到阿江檫仁酸和去甲阿江檫仁酸,提示三萜骨架的氧化水平与科内的系统进化有一定的相关性。从木通属和野木瓜属植物的愈伤组织中分离到去甲齐墩果酸及其配糖体,从野木瓜属植物中还分离到白桦醇 (betulin) 和白桦酮酸 (betunolic acid) (Wang *et al.*, 1998),提示该科以木通族为代表的高级类群中五环三萜骨架在生物合成上的可塑性。

从植物系统学的角度看,木通科与毛茛科有密切的亲缘关系。毛茛科中毛茛亚科的

银莲花属 (*Anemone*)、白头翁属 (*Pulsatilla*) (李兴从等, 1991; Li *et al.*, 1990)、罂粟莲花属 (*Anemonelema*) (Li *et al.*, 1995)、铁线莲属 (*Clematis*) (Shao *et al.*, 1996)等均富含齐墩果烷型的三萜皂甙, 有的化学成分甚至与木通科完全一致。这不仅表明将木通科置于毛茛目是合理的, 而且提示木通科很可能就是从毛茛亚科的原始类群演化而来的。

至于木通科与大血藤科之间的关系, 鉴于大血藤中含有丰富的鞣质类成分, 而此类成分在木通科中是缺乏的, 尽管二者的形态特征十分相似, 但从化学系统学的角度来看, 建立独立的大血藤科是合理的。

类型 D (Type D)

名称 (Chemical)	R1	R2	植物来源 (Plant)	文献 (Reference)
常春藤皂甙元	H	H	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1972a
皂甙 A	-Ara	H	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1972a
皂甙 B	-Ara(2-1)Xyl	H	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1972a
皂甙 C	-Ara(2-1)Glc	H	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1972a
皂甙 D	-Ara	-Glc(6-1)Glc	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1972b
皂甙 E	-Ara(2-1)Xyl	-Glc(6-1)Glc	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1972b
皂甙 F	-Ara(2-1)Glc	-Glc(6-1)Glc	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1972b
皂甙 G	-Ara(2-1)Rha(6-1)Glc	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1972b
皂甙 F'	-Ara(3-1)Xyl	H	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976a
皂甙 IV	-Ara(2-1)Rha	H	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976a
皂甙 P _g	-Ara(2-1)Rha(3-1)Xyl	H	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976a
皂甙 P ₂	-Ara	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976a
皂甙 P ₃	-Ara(2-1)Rha	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976a
木通甙 S ₁	-Ara(2-1)Glc(6-1)Rha	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976a
猫儿屎甙 D	-Ara(2-1)Rha(3-1)Xyl	-Glc	<i>D. fargesii</i>	Kong <i>et al.</i> , 1993
猫儿屎甙 E	-Ara(2-1)Rha(3-1)Xyl	-Glc(6-1)Glc	<i>D. fargesii</i>	Kong <i>et al.</i> , 1993
猫儿屎甙 F	-Ara(2-1)Rha(3-1)Xyl	-Glc(6-1)Glc(4-1)Xyl	<i>D. fargesii</i>	Kong <i>et al.</i> , 1999
Saponin	-Ara(3-1)Glc	H	<i>A. quinata</i>	Ikuta and Itokawa, 1989
野木瓜甙 D	-Glc[(2-1)Glc](3-1)Glc	Glc(6-1)Glc	<i>S. hexaphylla</i>	Wang <i>et al.</i> , 1993b
野木瓜甙 E	-Glc[(2-1)Glc](3-1)Glc	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>S. hexaphylla</i>	Wang <i>et al.</i> , 1993b
野木瓜甙 A	-Glc	-Glc(6-1)Glc	<i>S. hexaphylla</i>	Wang <i>et al.</i> , 1993a
野木瓜甙 B	-Glc	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>S. hexaphylla</i>	Wang <i>et al.</i> , 1993a
Saponin 1	-Glc	H	<i>S. hexaphylla</i>	Wang <i>et al.</i> , 1993a
Saponin 4	H	-Glc(6-1)Glc	<i>S. hexaphylla</i>	Wang <i>et al.</i> , 1993a
Saponin 5	H	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>S. hexaphylla</i>	Wang <i>et al.</i> , 1993a

类型 E (Type E)

名称 (Chemical)	R1	R2	来源 (Plant)	文献 (Reference)
阿江檫仁酸	(CH ₃) ₂	H	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976b
去甲阿江檫仁酸	= CH ₂	H	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976b
皂甙 1)	(CH ₃) ₂	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976b
皂甙 2)	= CH ₂	-Glc(6-1)Glc(4-1)Rha(3-1)Xyl	<i>A. quinata</i>	Higuchi <i>et al.</i> , 1976b

参 考 文 献

- 马双成, 陈德昌, 赵淑杰, 1994a. 蕪知子皂甙 IV 的结构. 药学学报, 29(4): 285 ~ 294
 马双成, 陈德昌, 赵淑杰, 1994b. 中药八月扎(白木通)果皮的化学成分研究. 中草药, 24(11): 563 ~ 566
 马双成, 陈德昌, 赵淑杰, 1994c. 蕪知子的化学成分研究 I. 白木通种子中的 3 位单糖链皂甙化合物. 中草药, 25

- (4) 171 ~ 173
- 马双成, 陈德昌, 赵淑杰, 1995. 黄芩子的化学成分研究(IV) 中草药, 26(3): 122 ~ 124
- 王准宣, 于德泉, 梁晓人, 渡边修治, 玉井正晴, 大村贞文, 1989. 野木瓜甙 YM10 和 YM12 的结构 药化学报, 24(6): 444 ~ 451
- 云南植物研究所, 1975. 人参属植物的三萜成分和分类系统, 地理分布的关系 植物分类学报, 13(2): 29 ~ 45
- 江苏新医学院编, 1975. 中药大辞典(上), 上海: 上海人民出版社, 19 ~ 20
- 李兴从, 上德祖, 武素功, 杨崇仁, 1991. 钟膜白头翁的一个新三萜皂甙 云南植物研究, 13(3): 341 ~ 343
- 吴仕敏, 李恒摘译, 1989. 木通植物系统. 云南植物研究编辑部编. Takhtajan A. 著, 4
- 杨崇仁, 周俊, 田中治, 1988. 人参属植物的化学分类和资源利用. 云南植物研究, 增刊 I: 47 ~ 62
- 张幼松, 方积年, 1997. 白木通多糖的研究. 药化学报, 32(6): 438 ~ 441
- Bate-Smith E C., 1962. The phenolic constituent of plants and their taxonomic significance I. Dicotyledons. *J. Linn. Soc. London (Botany)*, 58: 95 ~ 173
- Fujita M., Itokawa H., Kumekawa Y., 1974a. The study on the constituents of *Clematis* and *Akebia* spp. I. Distribution of terpenes and other components. *Yakugaku Zasshi*, 94(2): 189 ~ 193
- Fujita M., Itokawa H., Kumekawa Y., 1974b. The study on the constituents of *Clematis* and *Akebia* spp. II. On the saponins isolated from the stem of *Akebia quinata* Decne. *Yakugaku Zasshi*, 94(2): 194 ~ 198
- Hegnauer R., 1966. Chemotaxonomie der Pflanzen Band 4. *Birkhauser Verlag*, 347 ~ 350
- Higuchi H., Miyahara K., Kawasaki T., 1972a. Seed saponins of *Akebia quinata* Decne I. Hederagenin 3-O-Glycosides. *Chem Pharm Bull*, 20(9): 1935 ~ 1939
- Higuchi H., Miyahara K., Kawasaki T., 1972b. Seed saponins of *Akebia quinata* Decne II. Hederagenin 3, 28-O-Diglycosides. *Chem Pharm Bull*, 20(10): 2143 ~ 2149
- Higuchi H., Miyahara K., Kawasaki T., 1976a. Pericarp saponins of *Akebia quinata* Decne. I. Glycosides of hederagenin and oleanolic acid. *Chem Pharm Bull*, 24(6): 1021 ~ 1032
- Higuchi H., Miyahara K., Kawasaki T., 1976b. Pericarp saponins of *Akebia quinata* Decne. II. Arjunolic and norarjunolic acids, and their glycosides. *Chem Pharm Bull*, 24(6): 1314 ~ 1323
- Ikuta A., Itokawa H., 1986. Terpenoids of *Akebia quinata* callus tissue. *Phytochemistry*, 25(7): 1625 ~ 1628
- Ikuta A., Itokawa H., 1989. 30-Noroleanane saponins from callus tissue of *Akebia quinata*. *Phytochemistry*, 28: 2663 ~ 2665
- Ikuta A., 1995. Saponins and terpenes from callus tissues of *Akebia trifoliata* and comparison with the constituents of other *Lardizabalaceae* callus tissues. *J. Nat. Prod.*, 58(9): 1378 ~ 1383
- Ishikura N., 1975. A survey of anthocyanins in fruits of some Angiosperms. I. *Bot. Mag. Tokyo*, 88: 41 ~ 45
- Kong Jie, Li Xing-Gong, Wei Bi-Yu, Yang Chong-Hui, 1993. Triterpenoid glycosides from *Derrisina fargesii*. *Phytochemistry*, 33(2): 427 ~ 430
- Kong Jie, Xia Quan, Wang Yun-Qi, Yang Chong-Ren, Wang Han-Qing, 1999. Advances in Plant Glycosides. Chemistry and Biology. (Chong-Ren Yang and Osamu Tanaka eds.) Elsevier, Amsterdam, Tokyo, 168 ~ 170
- Kumekawa Y., Itokawa H., Fujita M., 1974. The study on the constituents of *Clematis* and *Akebia* spp. III. The study on the structures of akebesides isolated from the stem of *Akebia quinata* Decne. *Chem Pharm Bull*, 22(10): 2294 ~ 2300
- Li Xing-gong, Wang De-zu, Yang Chong-ren, 1990. Triterpenoid saponins from *Pulsatilla campanella*. *Phytochemistry*, 29(2): 595
- Li Xing-gong, Yang Chong-ren, Lu Yu-qing, Ryoji Kasai, Kazuhiko Ohtani, Kazuo Yamasaki, Kazumoto Miyahara, Kazushi Shigu, 1995. Triterpenoid glycosides from *Anemone glaucifolia*. *Phytochemistry*, 39(5): 1175 ~ 1179
- Mitra A K., Karrer P., 1953. *Holboellia latifolia*, a new source of hederagenin. *Helv. Chim. Acta*, 36: 1401
- Qin Hai-jing, 1997. A taxonomic revision of the *Lardizabalaceae*. *Cathaya*, 8 ~ 9, 1 ~ 214
- Shao Bao-jing, Qin Guo-wei, Xu Rensheng, Wu Hourming, Ma Kan, 1996. Saponins from *Clematis chinensis*. *Phytochemistry*, 42(3): 821 ~ 825
- Silva M., Mancinelli P., 1961. Oleanolic acid in *Lardizabala batemata*. *J. Pharm. Sci.*, 50: 975
- Silva M., Stark R., 1962. Oleanolic acid in *Bogalia trifoliata*. *Arch. Pharm.*, 295: 58 ~ 9
- Wang Hui-bin, Yu De-quan, Liang Xiao-tian, Nanharu Watanabe, Masaharu Tamai, Sadafumi Omura, 1989. Yermuocide YM7, YM11, YM13, and YM14. Four nortriterpenoid saponins from *Stauntonia chinensis*. *Planta Medica*, 55: 303 ~ 306
- Wang Hui-bin, Ralf Mayer, Gerhard Rucker, 1993a. Triterpenoid glycosides from *Stauntonia hexaphylla*. *Phytochemistry*, 33(6): 1469 ~ 1473
- Wang Hui-bin, Ralf Mayer, Gerhard Rucker, 1993b. Triterpenoid glycosides from *Stauntonia hexaphylla*. *Phytochemistry*, 34(5): 1389 ~ 1394
- Wang Hui-bin, Ralf Mayer, Gerhard Rucker, Michael Neugebauer, 1993c. Bisepoxyditerpenoid glycosides from *Stauntonia hexaphylla*. *Phytochemistry*, 34(6): 1621 ~ 1624
- Wang Hui-bin, Ralf Mayer, Gerhard Rucker, Yang Jing-jing, Donald S. Matteson, 1998. A phenolic glycoside and triterpenoids from *Stauntonia hexaphylla*. *Phytochemistry*, 47(3): 467 ~ 470