201—208 7289(19)

云 南 植 物 研 究 1994; 16 (2): 201—208
Acta Botanica Yunnanica

葫芦科植物三萜皂甙研究十年进展(1980—1992)*

聂瑞麟
(中国科学院昆明植物研究所植物化学开放研究实验室，昆明 650204)

Q949.782

摘要 综述了 1980 年至 1992 年以来葫芦科盒子草属(*Actinostemma* Griff)，土贝母属(*Bolbostemma* Franquet)，*Cayaponia* 属，南瓜属(*Cucurbita* L.)，*Fevillea* 属，绞股蓝属(*Gynostemma* Bl.)，雪胆属(*Hemsleya* Cogn)，丝瓜属(*Luffa* L.)，苦瓜属(*Momordica* L.)，棒锤瓜属(*Neoalsomitra* Hutch)，罗汉果属(*Siraitia* Merr.)，赤瓟属(*Thladiantha* Bunge)，*Wilbradia* 等 13 属 24 种植物 200 多个三萜类新化合物的研究概况。其中值得注意的是五环三萜齐墩果烷型大环皂甙，四环三萜葫芦烷型甜味甙，非葫芦烷型三萜皂甙、达玛烷型皂甙和巴查烷型 (baccharane-type saponins) 三萜皂甙的发现。文末附参考文献 83 篇。

关键词 葫芦科，三萜皂甙，综述 化学成分，研究

THE DECADAL PROGRESS OF TRITERPENE SAPONINS FORM CUCURBITACEAE(1980—1992)

NIE Rui-Lin
(*Laboratory of Phytochemistry, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences*, Kunming 650204)

Abstract In this paper some of the decadal developments (1980—1992) on the Cucurbitaceous triterpenoids from different genera (*Actinostemma, Bolbostemma, Cayaponia, Cucurbita, Fevillea, Gynostemma, Hemsleya, Luffa, Momordica, Neoalsomitra, Siraitia, Thladiantha, Wilbradia*) is presented. It is noticeable to discover oleane-type macrocyclic saponins, cucurbitane-type sweet glycosides, dammarane-type saponins, nor-curcurbitacin-type glucosides and baccharane-type, saponins. At the end of the paper, 83 references were listed.

Key words Cucurbitaceae, Triterpene saponin, Review

葫芦科双子叶植物，约 113 属 800 余种，大多分布于热带、亚热带地区，少数散布到温带。中国约 32 属 154 种，35 变种，南北均有分布，但大属多集中分布于西南[1]。有的栽培供食用或药用，而广泛可供药用的种类约计 21 属，近 60 多种[2]。自 1980 年以来，大孔树脂 DA-201，Diaion HP-20，烷化硅胶 RP-8、RP-18，在薄层层析和柱层析中普遍使用。此外高效液相色谱中 ODS 柱，羟基磷酸盐 (Hydroxyapatite) 柱，硼酯化 (Borate) 离子交换柱[3,4] 的使用，使一些难分离的三萜皂甙得到纯化。另一方面各种选择性酶解，碘化锂在 2，6-二甲基吡啶和无水甲醇中选择切断酯甙键的化学方法[5]，甙全甲基化气质顺序分析 (Sequence analysis of per-O-methylation of saponins by GC-MS)，以及多种核磁共振新技术 2-D NMR，H-^{1}H (^{13}C-^{1}H)、COSY，2D-NOESY，2D-INADEQUATE，

*本文在 1993 年 6 月 21—25 日"海峡两岸天然产物化学和植物资源学术讨论会"上宣读，地址昆明。
1993-07-05 收稿

维普资讯 http://www.cqvip.com

COLOC[6]、FD-MS，FAB-MS质谱法和X-衍射等的应用，对于复杂量微三萜皂甙结构的测定取得长足地进步，这样，以前植物化学几乎完全未涉及的属，在此期间都取得了令人注目的成绩。本文按各属英文字母的顺序纲要回顾其研究概况。各类典型化合物见结构图，在各属中的分布见表1。

1.盒子草属约6种，分布于印度至日本，我国有5种，产南北各省，其中盒子草 *Actinostemma lobatum*（Maxim.）Maxi最常见[7]，全草和种子味苦性寒、有利水消肿，清热解毒功能。传统用于肾炎水肿，腹水肿胀、疳积湿疹，疮疡肿毒和外治蛇咬伤[2]。日本冈部光教授历经8年研究，地上藤叶部分含相当数量三萜皂甙，薄层板展开，经硫酸显色划分为两类，一类深兰色极性较大，另一类紫色极性较小。从极性小的部分得到6个达玛烷型皂甙：actinostemmosides A、B、C、D，and G，H[8,9]（甙元是达玛烯醇类）和两个baccharane型皂甙。actinostemmosides E and F[10]由于F甙颜色和A、B环^{13}C NMR数据与达玛烷类相似，曾误认是达玛烷类皂甙，但困惑C、D环碳值的无法指定和20位OH季碳的消失，最终经2维双量子跃迁实验(2D-INADEQUATE)技术证实其甙元结构是：3β，17β，21，26，30-pentahydroxybacchar-24-ene. E甙的甙元是：3β，17β，21，26-tetrahydroxybacchar-24-ene. 从极性大的部分得到8个bayogenin皂甙命名为lobatosides A-H[11,12]其中B-H是继土贝母大环双糖链甙发现之后增添的新成员，而甙C被鉴定是土贝母甙I。此外还从种子中分离了两个复杂的齐墩果烷型皂甙lobatosides I and J，K甙元是gypsogenin[13]。

2. 土贝母属有2种，1变种为我国特有。产河北、山西、山东、陕西、甘肃、河南和云南等省区[1]。土贝母（*Bolbostemma paniculatum*（Maxim.）Franquet）的鳞茎味苦、性凉。有清热解毒、散结消肿及抗肿瘤功能。用于淋巴结核、骨结核、急性乳腺炎、疮疡肿毒、蛇咬伤等[2]。本文作者1982年夏带山西产样品在日本广岛大学田中治教授研究室进行合作研究[14,15]。稍后中国上海药物研究所徐任生教授小组也对陕西省西安产土贝母进行了研究[16-18]，在论文发表前双方对研究结果进行友好交流，从中都得到了土贝母甙Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ（tubeimosides Ⅰ、Ⅱ，Ⅲ）。这是一类环状双糖链甙（cyclic bisdesmosides），其特征是一个五环三萜酸的3位OH基和28位COOH基分别配糖化，其糖链分别与3-OH，3-CH_3戊二酸(3-hydroxy-3-methylglutaric acid)酯化成大环状。分子中戊二酸基手性碳C-3的绝对构型被确定为S[14]，此外徐教授还测定了1个与actinostemmoside C相似的皂甙，其差别仅是四环三萜甙元的OH基在C-26位上，称为土贝母甙丁(tubemoside N)[18]。笠井等还测定了土贝母甙对难溶于水的脂溶性色素Yellow OB，和维生素E(DL-α-tocopherol)，柴胡皂甙A的促溶解活性[19]。

3. *Cayaponia* 属植物 *C. tayuya*（Vell.)是巴西民间传统草药，用作轻泻剂和治疗风湿病。根味苦、从中分离到4个非葫芦烷型皂甙：cayaponosides A，B，C，and D[20]，这类化合物还在 *Fevillea* 属和 *Wilbradia* 属中发现。从 *Fevillea cordifolia* 植物分到fevicordin A glucoside[21]。从 *Wilbradia* sp.（cabeca-de-negro)的根中得到no-cucurbitacin glucosides 1 and 2[22]它们与葫芦烷的差别是C-4失去1个甲基，A环被芳香化，目前它们仅在葫芦科上述植物中发现。

4. 南瓜属植物臭瓜(*Cucurbita foetidissima* Hbk)也称旱生油瓜，多年生草质藤本、寿命长达40多年。1981年引入我国北京、西安等地，对保护环境，提高土地利用率颇有价值，种子含油量达35%，亚油酸占65.3%，是一种较好食用油。果实蛋白质含量31.7%，质量与棉子、大豆粗粉接近。根含淀粉56%，是工业用淀粉的好原料[23]。西安植物园引种臭瓜4年生主根，鲜重可达72kg，味甘，苦味物是葫芦素B和E的甙类以及葫芦素D、葫芦素异B等。近年发现1个新的三萜双链甙称为foetidissimodise A[24]和菠甾醇甙、拜俄尼酸（bronolic acid）的存在[25]。

5. 绞股蓝属植物约13种，产于亚洲热带至东亚、自喜马拉雅至日本。中国产11种、分布陕西南部和长江以南广大地区、云南最多[1]。绞股蓝(*Gynostemma pentaphylla*（Thunb.)Makino)又名七叶胆、公罗锅底。全草有消炎解毒、止咳祛痰功效，用于治疗慢性支气管炎、病毒性肝炎、肾盂炎、肠胃炎等病[2]。竹本常松教授小组从80年代初期研究其地上部分，分离到达玛烷型皂甙50个，称为gypenosides

维普资讯 http://www.cqvip.com

1—50(其中 3, 4, 8, 12 分别为人参皂甙 Rb_1, Rb_3, Rd and F_2)和 gynosaponin TN-Ⅰ, TN-Ⅱ, 日本德岛、宫城、兵库、歌山、千叶、爱媛等县所产成分也不尽相同[26—39]。该属植物云南多种, 我所杨崇仁教授研究几乎不含或微含上述物质。80 年代中期至今中国兴起利用绞股蓝的各种保健商品热, 但未见该属国产植物的详尽化学成分等研究报告。

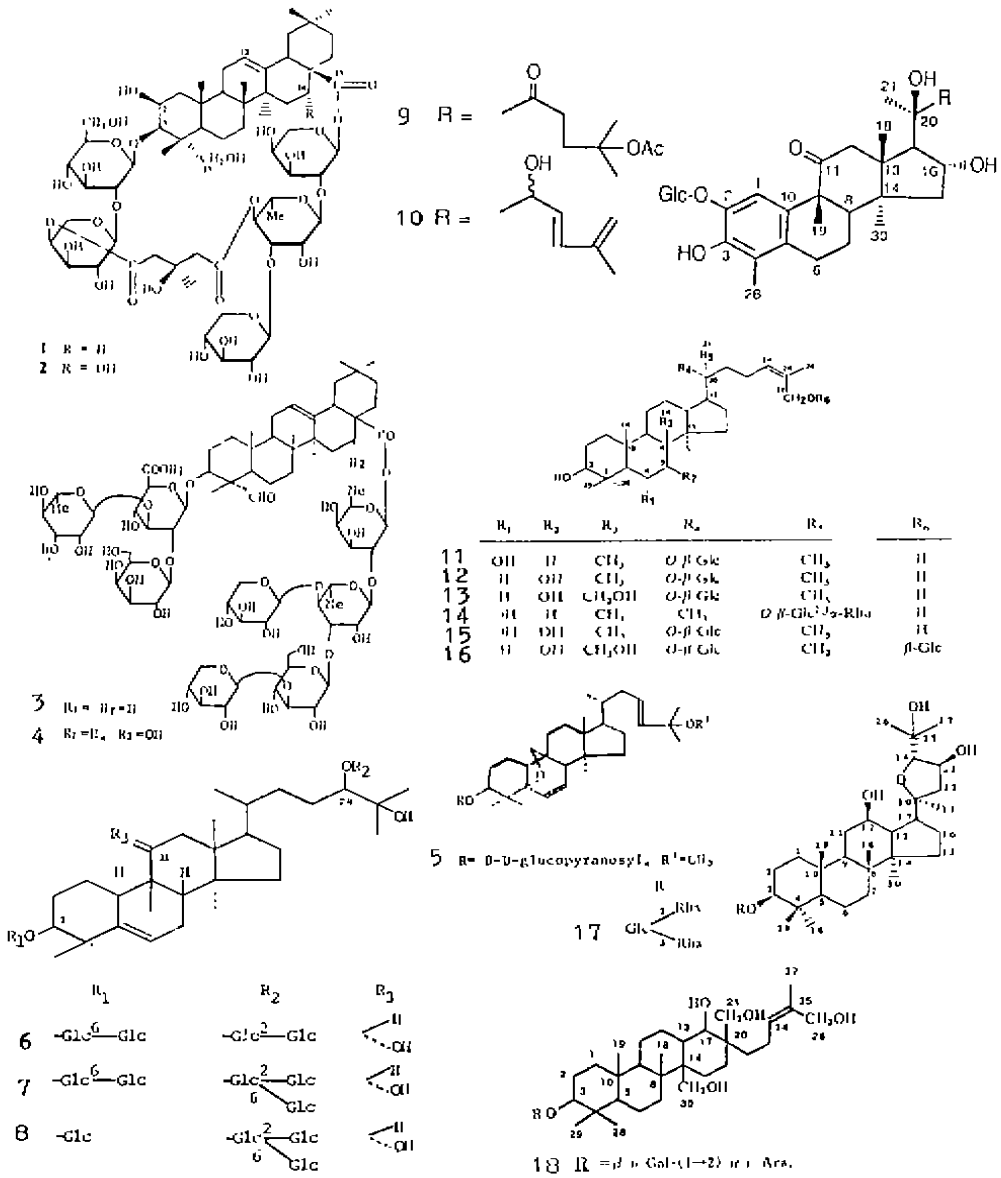

Fig. 1. The structure of typical compounds (1- 18)

维普资讯 http://www.cqvip.com

表1 不同类型化合物在各属中的分布

Table 1. The distribution of different type-compound in different genera

Plant	Macrocyclic oleane-type	Oleanane-type	Cucurbitane type	Non cucurbitane type	Dammarane-type	Lactone type
Actinostemma lobatum Bolbostemma paniculatum	Lobatosides E-H Tubeimosides I-III	Lobatosides A, I, J and K			Actinostemmosides A, D, G and H Tubeimosides IV	Actinostemmo-sides E and F
Gsyaponin tayoya Fevillea cordifolia				Gsyaponosides A, B, C and D Fevicordin A glucoside		
Cucurbita foetidissima		Foetidissim-oside A	Glucoside of cucur-bitacine B and E			
Gynostemma Pentaphyllum					Gypenosides I-50 Gynosaponin TN I-II	
Hemsleya Cogn.		Hemslosies Ma 1-3 H1, G1	Glucosides of 23, 24-dihydrocucurbitacin F and its 25-acetate Carnosiflogenines A-C Carnosiflosides I-VI Scandenogenins A-C Scandenosides X 1-7			
Luffa L.		Lucyosides A-H, J-M. Acutosides A-I Luperosides I-L			Luperosides A-H Ginsenosides Re and Rg 1	
Momordica L.		Momordins I-III Momordica saponins I and II	Momordicosides A-E, F1-2, G, I, K, L. Momordicines I-III Cucurbitane triter-penoids 1-2.			
Neoalsomitra integrifolia					Neoalsomitin A neoalsoside A	
Siraitia Merr.			Mogrosides IV, V and VII, Siamenoside 1, 11-oxomogroside V			
Thladiantha		Thladioside H1, Dubiosides A-F.				
Wilbrandia Bunge				Ko-cucurbitacin glucosides 1, 2		
Typical compounds	Tubeimosides I, II (1, 2)	Momordica saponins I and II (3, 4)	Momordicoside F1 (5) Mogrosides IV, V (6, 7) Siamenosid I (8)	Gsyaponosides A, B (9, 10)	Actinostemosides A-D and G, H (11-16) Neoalsoside A (17)	Actinostemoside F (18)

维普资讯 http://www.cqvip.com

6. 雪胆属是葫芦科中较大的一个属，全属 31 种，除两种产印度、越南外，中国全产。狭域分布为主、广布为次，仅马铜铃雪胆分布较广外，西南三省占 92%，是主要分布区，其北界在秦岭以南。云南产 20 种占 69.5%，特有种占 90%，因此云南是分布中心。全属划分 4 组，3 个新组[1]。自 1968 年云南民间用曲莲又名罗锅底地下茎治疗牛、羊等大牲畜菌痢效果很好，我们从中分离了抗菌新药雪胆素(该药载 1977 年版中华人民共和国药典)。1982—1990 年期间，我们与日本广岛大学进行合作研究，在雪胆属 4 组中分别挑选了一些典型种进行化学成分系统研究。马铜铃组的马铜铃雪胆(*Hemsleya graciliflora* (Harms) Cogno[40,41]和帽果雪胆(*H. mitrata* C.Y.Wu)[42]，曲莲组的曲莲(*H. amabilis* Diels)[43]，肉花雪胆组的肉花雪胆(*H. carnosiflora* C. Y. Wu)[44]、和藤三七雪胆(*H. panacis—scandens* C.Y.Wu)[45,46]，雪胆组的中华雪胆(*H. chinensis* Cogn.)[47]、长果雪胆(*H. dolichocarpa* W.J.Chang)[48,49]和大籽雪胆(*H. macrosperma* C.Y.Wu)[50]其化学成分有葫芦烷型雪胆素类：23, 24—dihydrocucurbitacin F and its 25—acetate, glucosides of 23, 24—dihydro cucurbitacin F and its 25—acetate 齐墩果烷型雪胆皂甙类：hemslosides Ma Ⅰ, Ma Ⅱ, Ma Ⅲ and H Ⅰ, G Ⅰ, G Ⅱ、肉花雪胆和藤三七雪胆新葫芦烷型甙和甙元类(carnosiflosides 1—6, 1 was tastless 2—4 were bitter and 5, 6 were sweet, carnosiflogenins A, B, C adn scandenosides R 1—R 7. R 6 was sweet and R 5 was bitter, scandenogenin A, B, C)等 28 个新甙和新葫芦烷甙元。按此可大体上划分 3 个类型植物：A. 仅含齐墩果烷型化合物及其糖甙的种；B. 仅含葫芦烷型化合物及其糖甙的种；C. 含齐墩果烷和葫芦烷型的种[51,52]。

7. 丝瓜属植物约 6 种，分布于热带地区，我国产两种。丝瓜(*Luffa cylindrica* (L.)Roem.)和广东丝瓜(*L. acutangla* (L.)Roxb.)，各地栽培供蔬菜[1,7]。茎、叶、果实及种子入药，有通络、消肿、健脾、杀虫功效，广西瑶族用果实主治高血压、头晕、小便不通等病。侗族用其炖肉治妇女闭经[2]。南美产 *L. operculata* 植物也入药，有消肿化淤之功效。从丝瓜地上部分和果实中分离到齐墩果烷型双糖链甙 lucyosides A—H, J—M 和达玛烷型人参皂甙 Re, Rg1[53,54]。广东丝瓜种子中的齐墩果烷型甙称为 acutosides A—I[55,56]。从 *L. operculata* Cogn. 植物的地上部分得到 8 个达玛烷型甙 luperosides A—H[57]和 4 个齐墩果烷型甙 luperosides I—L[58]。

8. 苦瓜属约 40 余种，分布于热带、亚热带地区，我国约有 6 种，其中苦瓜(*Momordica charantia* L.)供蔬食，根茎入药，味苦、性寒。用于治疗痢疾、便血、疔疮肿毒。木鳖子(*M. cochinchinensis* (Lour.)Spreng.)种子味苦、微甘，有解毒、消肿止痛功能。用于治疗痈肿、疔疮、无名肿毒等症[2,7]。自 1980 年报道用 X 衍射方法测定苦瓜果实和种子中的两个新葫芦烷型皂甙 momordicosides A and B[59]的结构以后至 1990 年所报道的化合物全部都是葫芦烷型甙称为 momordicosides C, D, E[60], F1, F2, G, I, K, L[61,62,63] and momordicines Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ[64] and three new cucubitane triterpenoids 1, 2, 3[65]. 其中值得注意的是首次发现 5β 葫芦烷类，其 19—甲基被氧化成醛基并与 5β 键形成氧桥类化合物。从木鳖子根和种子中得到的都是齐墩果烷型皂甙称为 momordines Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, 和 momordica saponins 1 and 2[66,67] (甙元是肥皂草甙元 gypsogenin 和皂树酸 quillaic acid).

9. 棒锤瓜属植物约 22 种，分布于印度至波利尼亚和澳大利亚。我国有两种。棒锤瓜(*Neoalsomitra integrifoliola* Cogn.)产云南、广东、广西和台湾等省区。分布于越南、老挝、柬埔寨、泰国、马来半岛和菲律宾[1]。其茎、叶和果实有毒，能引起剧烈腹泻，严重时手足抽搐[68]。我们从云南西双版纳产棒槌瓜地上部分茎皮中得到 ocotillol 达玛烷型新三萜，命名为棒槌三萜 A (neoalsomitin A) 和它的三糖甙 neoalsoside A，其粗甙得率达干重 3%左右。最近台湾学者林文川等发现棒槌瓜的乙酸乙酯提取物对血小板活化因子(PAF)具有拮抗活性[71]。

10. 罗汉果属约 7 种，分布中国南部、中南半岛和印度尼西亚。我国有 4 种[1]。罗汉果(*Siraitia grosvenorii* (Swingle)C. Jeffrey)味甜，性凉。有清热凉血、润肺止咳、润肠通便功能。从广西产罗汉果果实中得到葫芦烷类甜味甙罗汉果甙，mogrosides Ⅳ, Ⅴ and Ⅶ，该甙类是蔗糖甜度的 300 倍[72—74]。我们

维普资讯 http://www.cqvip.com

从云南西双版纳产翅子罗汉果(*S. siamensis* Craib.)分到 mogrosides Ⅳ and Ⅴ，外还分离到两个新的甜味甙称为翅子罗汉果甙 I (siamenoside I) 和 11－oxomogroside Ⅴ [75]，根据甜味试验表明翅子罗汉果甙 I 比广西罗汉果甙和甜叶菊甙还甜，其甜度是蔗糖的 563 倍。

11. 赤𦍒属 23 种 10 变种，主要分布中国西南部、少数种分布到黄河流域以北地区，个别种分布到朝鲜、日本、印度半岛东北部等地 [1]。该属模式种赤𦍒(*Thladiantha dubia* Bunge)有理气活血、祛痰、利湿功能。用于跌打损伤、痢疾等病。从其地下茎中分到 6 个齐墩果烷型皂甙称为赤𦍒甙 dubiosides A, B, C, D, E, and F [76,77]，甙元是皂树酸(quillaic acid)。从云南产五叶赤𦍒(*T. hookeri* C.B.Clarker var. *pentadactyla* Cogn.)的地下茎中分到五叶赤𦍒甙 thladiosid－H 1 [78]，甙元是 gypsogenin，该甙得率达地下茎干重的 9.7%，而且具有一定的溶解促进活性。

Manik C. Das 等曾评述 1977—1980 期间三萜类化合物所取得的进展 [79]。1980—1992 年期间葫芦科三萜类的研究对三萜化学增添了丰富的新内容。例如葫芦烷三萜由于具有抗癌活性，60 年代引起植物化学家、药理学家的关注，但由于效价低，细胞毒性较强，应用受到限制，这方面的研究逐渐冷落，如 1966 年报道葫芦烷型甜味甙 hryodulcoside 以来 [80]，几乎毫无进展，直到 1985 年罗汉果甜味甙的发现，成为糖尿病患者理想的甜味物质，广泛应用保健医药市场，受到人们的普遍欢迎 [81]。随着研究的深入，揭示了肉花雪胆和藤三七雪胆甜味甙的甜味与分子结构的关系是葫芦烷甙元 C－11 位 OH 基处于 α 构型才有甜味，若是 β 构型则无甜味，1987 年又发现翅子罗汉果的果实比广西罗汉果果大、味特甜，无怪味，翅子罗汉果甙 I 是蔗糖的 563 倍，这对葫芦烷甜味甙的开发利用是很有前途的植物资源。雪胆素是葫芦素类开发利用中最有成效的抗菌新药，此药现已有多家药厂生产，四川产金龟莲片主治妇科疾病、肝硬化等，并出口。雪胆皂甙 HMa 2，HMa 3 对极难溶于水的柴胡皂甙 a (saikosaponin a) 等具有很强的促进溶解性质。雪胆皂甙含量高，并在药厂生产雪胆素时，可作为副产品得到，因此可望开发为某些传统药物的溶解促进剂，在制剂生产方面得到应用。绞股蓝三萜甙的研究极大地丰富了达玛烷类化合物的内容。在日本家庭中以盆栽绞股蓝植物，摘叶泡水饮用。国内资源丰富，陕西等省也形成商品 [82]。土贝母等齐墩果烷型大环双糖链甙的结构测定，标志着植物化学成分研究目前达到了相当水平。此外葫芦烷类 A 环被芳香化而 C－4 失去一个甲基而形成一类非葫芦烷型新三萜。达玛烷三萜 C－20，OH 基断裂移至 C－17 位，五元 D 环 C－16 键位移至 C－20 碳阳离子成六元 D 环的 baccharane type 化合物，这类物质极为罕见、目前仅在凤仙花科植物观赏凤仙花 *Impatiens balsamina* L. 种子中发现 [83]。由此可见无论是植物资源开发还是学科发展，上述工作都起了一定的推动作用。

参 考 文 献

〔1〕中国科学院植物志编辑委员会. 中国植物志，第七十三卷，第一分册. 北京：科学出版社，1986. 105—128.

〔2〕吴征镒主编. 新华本草纲要，葫芦科，2卷. 上海：科技出版社，1988.

〔3〕Kasai R, Yamaguchi H, Tanaka O. *Journal of Chromatagraphy*, 1987, **407**: 205—210.

〔4〕Yamaguchi H, Kasai R, Tanaka O et al. *Chem Pharm Bull*, 1986, **34**(7): 2859—2867.

〔5〕Ohtani K, Kasai R, Tanaka O et al. *Tetrahedron Lett*, 1984, **25**: 4537.

〔6〕杨崇仁，李兴从，王德祖编著. 核磁共振新技术在天然有机化合物结构解析中的应用. 昆明：中国科学院昆明植物研究所《云南植物研究》编辑部出版. 1990.

〔7〕侯宽昭编. 中国种子植物科属词典修订版. 北京：科学技术出版社，1984.

〔8〕Iwamoto M, Fujioka T, Okabe H et al. *Chem Pharm Bull*, 1987, **35**(2): 553—561.

〔9〕Fujioka T, Iwase Y, Okabe H et al. *Chem Pharm Bull*, 1987, **35**(9): 3870—3873.

〔10〕Fujioka T, Iwamoto M, Okabe H et al. *Chem Pharm Bull*, 1988, **36**(8): 2772—2777.

维普资讯 http://www.cqvip.com

〔11〕 Fujioka T, Iwamoto M, Mihashi K et al. *Chem Pharm Bull*, 1989, **37**(7): 1770—1775.
〔12〕 Fujioka T, Iwamoto M, Mihashi K et al. *Chem Pharm Bull*, 1989, **37**(9): 2355—2360
〔13〕 Fujioka T, Nagao T, Okabe H et al *Chem Pharm Bull*, 1992, **40**(5): 1105—1109.
〔14〕 Kasai R, Nie R-L, Tanaka O et al. *Chem Pharm Bull*, 1986, **34**(9): 3974—3977.
〔15〕 Kasai R, Nie R-L, Tanaka O et al. *Phytochemistry*, 1988, **27**(5): 1439—1446.
〔16〕 Kong F-H, Komura H, Xu R-S, et al. *Tetrahedron Lett*, 1986, **27**(47): 5765—5768.
〔17〕 Kong F-H, Komura H, Xu R-S, et al. *Acta Chimica Sinica*, 1988, (1): 77—85.
〔18〕 孔凡华、朱大元、徐任生等. 化学学报, 1988, **46**: 409—411.
〔19〕 宫腰正纯、笠井良次、西冈诚等. 药学杂志(日), 1990, **110**(12): 943—949.
〔20〕 Himeno E, Nagao T, Okabe H et al. *Chem Pharm Bull*, 1992, **40**(10): 2885—2887.
〔21〕 Achenbach H, Bubl Hefter-Bubl U, Constenla M A J. *Chem Commun*, 1987, 441.
〔22〕 Matos M E O, Machado M I L, Craveiro A A, et al. *Phytochemistry*, 1991, **30**(3): 1020—1023.
〔23〕 王平　自然资源, 1985, (4): 83—88.
〔24〕 Dubois M-A, Bauer R, Cagiotti M et al. *Phytochemistry*, 1988, **27**(3): 881—885.
〔25〕 樊娟、邱明华、聂瑞麟等. 云南植物研究, 1988, **10**(4): 475—479.
〔26〕 竹本常松. 新しい药草——*めまたづる*(绞股蓝), リヨン社发行, 东京, 昭和58年7版.
〔27〕 TsunematsuTakemoto, Shigenobu Arihara, Tadashi Nakajima et al. *Yakugaku Zasshi*, 1983, **103**(2): 173—185.
〔28〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1983, 1015.
〔29〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1984, **104**(4): 325—331.
〔30〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1984, **104**(4): 332—339.
〔31〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1984, **104**(7): 724—730.
〔32〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1984, **104**(9): 939—945.
〔33〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1984, **104**(10): 1043—1049.
〔34〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1984, **104**(11): 1155—1162.
〔35〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1986, **106**(8): 664—670.
〔36〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1986, **106**(9): 758—763.
〔37〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1987, **107**(4): 262—267.
〔38〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1987, **107**(5): 355—360.
〔39〕 Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1987, **107**(5): 361—366.
〔40〕 孟宪君、聂瑞麟、周　俊等. 药学学报, 1985, **20**(6): 446—449.
〔41〕 Kasai R, Nie R-L, Tanaka O et al. *Chem Pharm Bull*, 1990, **38**(5): 1320—1322.
〔42〕 聂瑞麟、何仁远、陈宗莲. 云南植物研究, 1981, 3(3): 381—382.
〔43〕 陈维新、聂瑞麟、陈毓群等. 化学学报, 1975, **33**(1): 49—56.
〔44〕 Kasai R, Nie R-L, Tanaka O et al. *Phytochemistry*, 1987, **26**(5): 1371—1376.
〔45〕 聂瑞麟、王勤、周俊. 云南植物研究, 1985, 7(3): 355—358.
〔46〕 Kasai R, Nie R-L, Tanaka O et al. *Chem Pharm Bull*, 1988, **36**(1): 234—243.
〔47〕 Morita T, Nie R-L, Tanaka O et al. *Chem Pharm Bull*, 1986, **34**(1): 401—405.
〔48〕 施亚琴、杨培全、聂瑞麟. 云南植物研究, 1990, **12**(4): 460—462.
〔49〕 施亚琴、杨培全、聂瑞麟等. 中草药, 1991, **22**(3): 102—105.
〔50〕 Nie, R-L, Zhou J, Tanaka O et al. *Planta Medica*, 1984, **50**(4): 322—327.
〔51〕 聂瑞麟、陈宗莲. 云南植物研究, 1986, **8**(1): 115—124.

维普资讯 http://www.cqvip.com

〔52〕聂瑞麟、吴征镒、田中治等. 云南植物研究, 1988, 增刊(Ⅰ): 29—37.
〔53〕Tsunematsu Takemoto, Shigunobu Arihara, Kazuko Yoshikawa. *Yakugaku Zasshi*, 1984, **104**(3): 246—255.
〔54〕Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1985, **105**(9): 834—839.
〔55〕Nagao T, Tanaka R, Okabe H et al. *Chem Pharm Bull*, 1991, **39**(3): 599—606.
〔56〕Nagao T, Tanaka R, Okabe H et al. *Chem Pharm Bull*, 1991, **39**(4): 889—893.
〔57〕Kusumoto K, Nagao T, Okabe H et al. *Chem Pharm Bull*, 1989, **37**(1): 18—22.
〔58〕Okabe H, Nagao T, Hachiyama S. *Chem Pharm Bull*, 1989, 37(4): 895—900.
〔59〕Okabe H, Miyahara Y, Yamauchi T et al. *Chem Pharm Bull*, 1980, **28**(9): 2753—2762.
〔60〕Miyahara Y, Okabe H, Yamauchi T. *Chem Pharm Bull*, 1981, **29**(6): 1561—1566.
〔61〕Okabe H, Miyahara Y, Yamacuchi T. *Tetrahedron Letters*, 1982, **23**(1): 77—80.
〔62〕Okabe H, Miyahara Y, Yamauchi T. *Chem Pharm Bull*, 1982, **30**(11): 3977—3986.
〔63〕Okabe H, Miyahara Y, Yamauchi T. *Chem Pharm Bull*, 1982, **30**(12): 4334—4340.
〔64〕Yasuda M, Iwamoto M, Okabe H. *Chem Pharm Bull*, 1984, **32**(5): 2044—2047.
〔65〕Takeda Y, Yamashita H, Okabe H. *Journal of Natural Products*, 1990, **53**(6): 1491—1497.
〔66〕Iwamoto M, Okabe H, Yamauchi T. *Chem Pharm Bull*, 1985, **33**(1): 1—7.
〔67〕Iwamoto M, Okabe H, Yamauchi T. *Chem Pharm Bull*, 1985, **33**(2): 464—478.
〔68〕陈冀胜, 郑硕主编. 中国有毒植物. 北京: 科学出版社, 1987. 205.
〔69〕邱明华, 聂瑞麟, 周俊等. 云南植物研究, 1992, **14**(4): 442—444.
〔70〕Chiu M H, Nie R L, Zhou J et al. *Phytochemistry*, 1992, **31**(7): 2451—2453.
〔71〕林文川, 倪大仁, 吴金滨等. *J Chin Med*, 1992, **3**(1): 61—70.
〔72〕Tsunematsu Takemoto, Shigenobu Arihara, Tadashi Nakajima. *Yakugaku Zasshi*, 1983, **103**(11): 1151—1154.
〔73〕Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1983, **103**(11): 1155—1166.
〔74〕Tsunematsu Takemoto et al. *Yakugaku Zasshi*, 1983, **103**(11): 1167—1173.
〔75〕Kasai R, Nie R L, Zhou J. *Agric Biol Chem*, 1989, **53**(12): 3347—3349.
〔76〕Nagao T, Okabe H, Mihashi K. *Chem Pharm Bull*, 1989, **37**(4): 925—929.
〔77〕Nagao T, Tanaka R, Okabe H. *Chem Pharm Bull*, 1990, **38**(2): 378—381.
〔78〕Nie R L, Kasai R, Tanaka O et al. 1989, **28**(6): 1711—1715.
〔79〕Manik C, Das, Shashi B Mahato. *Phytochemistry*, 1983, **22**(5): 1071—1095.
〔80〕Tunmamm P, Gerner W, Stapel G. *Arch Pharm*, 1966, **299**: 597.
〔81〕陈迪华, 斯建勇, 常琪等. 天然产物研究与开发, 1992, **4**(1): 72—77.
〔82〕覃章铮, 赵蕾, 毕世荣等. 天然产物研究与开发, 1992, **4**(1): 83—98.
〔83〕Shoji N, Umeyama A, Takemoto T et al. *J Chem Soc Chem Commun*, 1983, 871.