

濒危药用植物桃儿七的生物学 特性及其保育措施

李忠超, 王小兰, 葛学军*

(中国科学院华南植物园, 广东广州 510650)

摘要: 桃儿七为重要抗癌药物前体物来源物种, 现正处在濒危状态, 已被列为国家三级保护植物。本文全面地综述了桃儿七的生物学特性, 包括外部形态、地理分布、系统位置、生态学和群落学特性、发育生物学、繁殖生物学、植物化学、细胞组织培养和内生真菌研究以及遗传学等研究。最后分析了引起桃儿七濒危的原因, 并提出了具体保育措施和研究展望。

关键词: 桃儿七; 生物学特性; 濒危原因; 保育措施

中图分类号: Q949.746 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2005)02-0179-07

The biology and conservation of *Sinopodophyllum hexandrum*, an endangered medicinal herb

LI Zhong-chao, WANG Xiao-lan, GE Xue-jun*

(South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) Ying is a herbaceous and rhizomatous species of great medicinal importance that is endangered in China. Several lignans have been isolated from its rhizomes, the most important being podophyllotoxin which has cytotoxic and antitumour properties and has been used in the treatment of certain forms of cancer. Recently, the frequency of this species in nature has declined considerably because of recklessly exploitation to meet the ever-increasing demand of pharmaceutical companies. In the natural habitat, seed germination and seedling establishment are very poor. Because the species is already endangered, and exploitation of its underground parts continues to exceed the rate of natural regeneration, it needs immediate attention for conservation. Studies of its biology and genetics are important for successful development of conservation strategies. This paper described the biological characters of *Sinopodophyllum hexandrum*, including morphology, distribution, systematics, development and morphogenesis, reproductive biology, ecology and population biology, phytochemistry, vitro culture and endophytic fungi, genetics and molecular biology, and presented future prospect and conservation strategies for this important medicinal species.

Key words: *Sinopodophyllum hexandrum*; biological characters; endangered mechanism; conservation strategies

桃儿七 (*Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) Ying) 是小檗科 (Berberidaceae) 鬼臼亚科 (Podophylloideae) 桃儿七属多年生草本植物, 分布于喜马

拉雅及邻近地区 (应俊生, 1979)。几十年以前, 桃儿七仅仅作为一种民间草药, 用量不大。近年来, 由于得知其根和根茎中鬼臼毒素含量较鬼臼类其他植物

收稿日期: 2003-12-26 修订日期: 2004-03-22

基金项目: 中国科学院华南植物研究所所长基金 (2002-1115)

作者简介: 李忠超 (1974-), 男, 河南信阳人, 在职博士生, 研究实习员, 主要从事植物保育生物学研究。* 通讯作者 E-mail: xjge@scib.ac.cn

高(陈毓亨,1979;尚明英等,1996,2002),而成为合成抗癌药物原料的重要来源,使人们对其大规模挖掘。目前,在桃儿七被大规模挖掘的地方,随着植被的破坏而导致其生境的改变,加之其天然繁殖能力较弱,分布区日渐缩减,居群数量正在急剧下降,无性和有性繁殖能力大大减弱,植株日益稀少,残存的个体避难到难以被人们发现的灌木丛、树根丛和石缝隙中生存,成为稀有物种,面临濒危的境地,已被列入《中国珍稀濒危植物名录》,并被《中国植物红皮书》收录。

到目前为止,国内外对桃儿七在分类和演化、种群生物学、种群生态学、细胞学、形态解剖学、孢粉学、小孢子发育、植物化学、药剂有效成分、药理药效、药材品种鉴定、种群遗传学、组织培养和栽培技术等方面已有一系列研究报道,但国内在一些基础性研究工作上仍未触及,如目前确切分布区、破坏程度与资源量;种群遗传学;鬼臼毒素含量与生态因子的关系等。与国外对本类植物的研究相比,国内的定量研究工作更是远远落后。

对桃儿七的起源和系统位置进行深入研究对于研究青藏高原抬升过程对物种形成的影响和研究东亚—北美间断分布植物区系关系具有理论意义;对它的保育和开发利用研究对振兴我国西部和山区经济具有直接价值。因此,对桃儿七已有的研究进行总结和对未来的研究进行展望,无论是在实际应用还是理论贡献上都是非常重要和有意义的。

1 桃儿七的生物学特征

1.1 形态特征

桃儿七为多年生草本,高30~90 cm;根状茎粗壮,结节状横走;不定根多数,长达30 cm以上,直径2~3 mm,红褐色或淡褐色;茎直立,基部具抱茎的鳞片,上部有1~3叶,叶片上有深浅大小各异的色斑;叶片心脏形,长13~20 cm,宽16~30 cm,3~5深裂几达基部,顶生裂片3浅裂,侧生裂片2中裂,小裂片先端渐尖,边缘具尖锯齿,下面被柔毛。两性花单生,6基数,单生茎端,先叶开放;萼片早落;花瓣有白色、粉红色、红色、玫瑰红色、深红色、紫红色各种色彩,倒卵状长圆形,外轮大,内轮较小,张开;雄蕊长约6~9 mm,花药线形,长药3~6 mm,具四合花粉;子房1室,生多数胚珠。浆果卵圆形,熟时红色,长4~9 cm,直径2~5 cm;种子多数。

值得注意的是,桃儿七植株的外形随年龄和所处环境的不同,不但不同地区植株在叶片片数和形状、植株高度、果实种类、种子颜色等方面多变,居群内部也差异很大(Bhadula等,1996;马绍宾等,1997b)。

1.2 地理分布

桃儿七生长在亚高山和高山地区的草丛中或疏林下及林缘,分布范围较广:从喜马拉雅西部和西南部的阿富汗、巴基斯坦、克什米尔、印度北部、尼泊尔、不丹、锡金等国家和地区一直向我国西藏、云南、四川、青海、甘肃、陕西和湖北延伸。据资料记载,在西藏主要分布在东部和东南部的昌都、察雅、察隅、波密、林芝、米林、隆子、亚东、定结、吉隆等地;在云南主要分布在西北角的德钦、中甸和丽江;在四川主要分布于川西的马尔康、康定、道孚、金川、茂县、稻城、乡城、巴塘、木里;在甘肃主要分布在中南部的天祝、榆中、临夏、广河、康乐、渭源、漳县、临潭、碌曲、卓尼、岷县、迭部、舟曲、文县;在青海主要分布于东北部及南部的大通、湟源、乐都、民和、班玛、囊谦;在陕西主要分布于太白山;分布的最高海拔为4300 m(云南中甸大雪山)(马绍宾等,1996b;虞泓,1999),最低海拔为1500 m(湖北罗田)(湖北省植物研究所,1976)。

但很可能如同李忠超(2002)对八角莲分布和资源量的调查结果相似,近十几年来人类的活动很可能使不少地区的桃儿七已经灭绝,对其确切分布区和资源量的调查亟待展开。

1.3 系统位置

应俊生(1979)根据粗壮根状茎、非盾状叶、6雄蕊、花红或白色和先花后叶以及四合花粉等表现出的显著差异,将亚洲的*Podophyllum emodi*从北美的足叶草属(*Podophyllum*)(圆柱状细弱根状茎、盾状叶、12~18雄蕊、花白色和先叶后花和单粒花粉)分出建立桃儿七属。

关于桃儿七的起源及其与鬼臼亚科其他属植物的系统学问题一直存在着较大分歧。应俊生(1979)从蝎尾状聚伞花序从多花到单花、花粉从单粒到四合、花粉外壁从光滑到颗粒状再到网状、雄蕊从具宽药隔到不具宽药隔,叶气孔从单型到多型的一般演化规律,认为八角莲属(*Dysosma*)较为原始,足叶草属和桃儿七属从八角莲属进化而来,且桃儿七属较足叶草属进化。

Terabayashi(1983)研究了花部的维管束排列

方式后认为,山荷叶属(*Diphyllia*)最为简单,足叶草属与桃儿七属最为发达,八角莲属中等发达,因而八角莲属的系统位置位于山荷叶属与足叶草属(文中该属包含桃儿七属)之间,而且他还注意到桃儿七的花具有柄的中柱而与足叶草不同,这两种植物由于在花柱及维管束方面以及雄蕊上存在着较大的差异,因此他认为这两个种在很久以前就分离了。

在鬼臼亚科中,四合花粉为桃儿七属的特征,花粉较大、外表为疣状纹饰;山荷叶属、八角莲属和足叶草属 3 个属的花粉都为三沟花粉,但在形态及外壁饰纹上却不相同;因此支持桃儿七作为一个属,同时也推断桃儿七的起源比较晚,为较进化的物种(Kocenko, 1980; 张金谈等, 1983; 马绍宾等, 1997b)。

李林初(1986)研究了八角莲属六角莲的核型后,与 Kocenko(1980)对桃儿七属和足叶草属的核型资料进行了比较,认为核型不对称性增加的途径为八角莲属—桃儿七属—足叶草属,八角莲属最为原始,桃儿七属和足叶草属从八角莲属演化而来,且足叶草属最为进化。但马绍宾等(1996a)则认为它们之间的关系是直线型的山荷叶属—八角莲属—桃儿七属—足叶草属。

马绍宾等(1997b)以植物地理学资料为主,综合植物化学、细胞学、形态学及解剖学等方面的资料后指出:在鬼臼亚科植物中,以山荷叶属最为原始,它通过两条方向演化,一是保持其原来的异花授粉方向演化为足叶草属,另一方向是转向自花授粉,自山荷叶属演化为八角莲属,八角莲属的某个种在喜马拉雅抬升过程中,逐渐适应了高海拔寒冷与干旱的气候条件而成为桃儿七,桃儿七是一个由喜马拉雅造山运动形成的物种,它的形成不会早于第三纪;桃儿七属与足叶草属不具有直接的亲缘关系,这两种植物在系统发育上并不是由同一祖先演化而来,它们在形态上的相似只是平行进化的结果。如果这个结论成立,则可推测西藏八角莲(*D. tsayuensis*)应该与桃儿七的起源有密切关系。

刘健全等(2002)基于 trnL-F 和 ITS 基因序列的分子系统学研究显示, trnL-F 数据简约分析证实山荷叶属是其他三属的原始分支; trnL-F 和 ITS2 联合数据 100% 地支持桃儿七和足叶草的姊妹关系,这两个种在晚中新世 4~3 百万年前早于或随着青藏高原的抬升和高寒气候的形成而分离, ITS 数据则更进一步估算出为 6.52 ± 1.89 百万年前;鬼臼

亚科中自交类群从异交类群可能分化了两次;足叶草和桃儿七授粉和种子散布的不同方式是它们与不同生境适应的结果。实验不足之处是使用的山荷叶属材料是局限分布于日本北部及萨哈林群岛的日本山荷叶(*D. grayi*),而不是我国特有的中华山荷叶(*D. sinensis*),且只有两段基因的序列数据。

1.4 生态学与群落学特征

桃儿七在形态上具有一系列适应干旱环境条件的构造,是一个已适应了干旱环境条件的物种(马绍宾等, 1996b)。它是鬼臼类植物中唯一可以不分布在林下的类群。同时,和其它几个类群相比,它也更适应高海拔(2 700~4 500 m)寒冷干旱的气候。

桃儿七最适于夏季低温多雨,冬春干冷的冷凉而湿润的气候条件,最低气温在 -10°C , 年降水量 400~900 mm, 多集中在 6~9 月;土壤为高山草地乱石缝隙腐殖质丰富的山地灰化土、暗灰钙土、灰褐土及山地棕壤。通常生于海拔较高的平坦山谷及具有次生植被透光度较好的沟谷林下、灌丛中、岩石缝隙中、沟边、高山草甸或空旷的草地上,多呈带状分布,也有片状及零散分布(马绍宾等, 1997a)。

在陕西太白山,桃儿七常生长在糙皮桦林下,多与大花糙苏、落新妇、升麻、无距耧斗菜、赤芍等伴生(虞泓, 1999)。在云南中甸和德钦,桃儿七常生长在柳树、沙棘、中甸山楂、丽江山荆子、川滇高山栎、矮高山栎等树根下,及峨嵋蔷薇、毛叶绣线菊、云南锦鸡儿、川滇小檗、刺红珠、鸡骨柴等灌丛中;生长在高山草甸或沟边的桃儿七,常与橐吾、尼泊尔香青、鸢尾、多心韭、大花韭、报春、狼毒、山荷叶、滇牡丹、直距耧斗菜、绣球藤等伴生(马绍宾等, 1996b; 虞泓, 1999)。

1.5 发育生物学

鬼臼亚科的 4 个属都具有相似的生活史和发育习性,它们都主要以种子进行有性生殖,种子都具有休眠习性,由种子萌发的幼苗在 5~6 a 后性成熟。性成熟的植株在开花前一年的 7~9 月间就已分化好次年将要开放的花,但大小孢子尚未进行减数分裂。桃儿七通常 5 月上旬或中旬破土出苗,地下的休眠芽通过其基部的居间生长将整个芽带出地面,5 月下旬至 6 月上旬开花,此时花比叶大,从而进行开花传粉活动,6 月雨季来临后迅速生长,叶片生长展开,营养形态建成,合成和积累越冬和来年开花期间所需的营养物质。9~10 月份果实成熟,地上部分枯死,地下的花芽以休眠芽的形式越冬,每个休眠芽

具 2~4 个白色的膜质苞片(马绍宾等,1997b)。但种子在自然条件下需要大约 10 个月的休眠,然后间歇和零星地萌发,因此种子的生存率和萌发率较低(Badhwar 等,1963)。

1.6 繁殖生物学

桃儿七每个性成熟植株只有 1 朵花,为典型的自花授粉植物,具有雄蕊较雌蕊长且向雌蕊方向弯曲,传粉时雌蕊柄向雄蕊方向偏转、授完粉后又恢复直立状态等一系列与自花授粉相适应的形态结构和行为(马绍宾等,1997c)。每朵花中的胚珠数为 12~181,平均为 64 枚。桃儿七结实率高达 90% 以上,这和它自花授粉是相适应的。桃儿七干种子千粒重为 35.8 g,每粒种子重 35.8 mg,种子传播媒介为人和雉科动物(马绍宾等,1996b)。马绍宾等(2001)对桃儿七 5 个不同种群种子产量的研究表明,各种群中每花平均胚珠数、每果实平均种子数及种群平均结实率与种群所在的海拔高度呈正相关;单粒种子平均干重与种群分布海拔呈明显负相关,与果实内种子数呈弱负相关;同一种群在不同年份平均种子产量差异不大,种子产量除主要受个体营养状况影响外,还受海拔及其它因素的影响;不同种群个体平均胚珠数的变异范围为 58.97~87.97,平均种子数变异范围为 40.02~80.58,平均结籽率变异范围为 61.29%~91.60%。桃儿七种子具休眠和后熟习性,种子萌发率随种源不同有较大差异,高原地区的萌发率颇高,可在 90% 以上,林下和亚高原地区的萌发率则十分低下。一般来说,自然条件下的桃儿七种子萌发不良,是导致其濒危的重要原因之一(Bhadula 等,1996;Nadeem 等,2000)。人工繁育桃儿七时可以进行播种繁殖和根茎营养繁殖(马绍宾等,1997c;张时刚,2002)。

1.7 植物化学

鬼臼亚科植物体中含有的鬼臼毒素是处理该类植物系统位置的重要依据。由于鬼臼毒素具有较大的药用价值,促使人们对含鬼臼毒素类植物进行了大量的植物化学研究(陈毓亨,1979)。在 4 属 15 种植物中,已有 4 属 12 种经过详细的植物化学研究。通过比较分析,鬼臼毒素(podophyllotoxin),山荷叶素(diphyllin)及苦鬼臼脂素(picro-podophyllotoxin)等在 4 个属内都有分布。桃儿七属和八角莲属含有的化学成分十分接近,如它们都含有鬼臼酮(podophyllotone)等,它们间可能具有较为密切的关系。足叶草属因含有特殊的 α -足叶草素(α -pelta-

tin)和 β -足叶草素(β -peltatin),可能意味着它们和其它 3 个属具有较大的隔离(马辰等,1992)。

而且分析结果表明,桃儿七和南方山荷叶(*D. sinensis*)根茎和根中鬼臼毒素的含量都大于 3.0%,八角莲属除砒鳞八角莲(*D. furfuracea*)外,其它数种含量均低于 1.0%(尚明英等,1996,2002)。对采收季节相同的不同产地的桃儿七进行测定结果表明,甘肃甘南地区所产桃儿七中三种成分的含量均明显高于四川、云南所产的桃儿七(陈毓亨,1979;王京昆等,1995),云南不同产地的桃儿七鬼臼毒素的含量差异也很大(尚明英等,1996,2002);国外也有不同产地桃儿七鬼臼毒素含量差异的报道(Nadeem,2000)。

Bhadula 等(1996)研究发现,把不同地区来源的桃儿七栽培在相同的环境下,虽然与它们在原生境的长势不同,但仍然保持自己的外部形态特征和内部生化分子含量差异,说明这些性质不仅受环境影响,也存在其遗传基础。马绍宾等(1997a)认为鬼臼亚科中鬼臼毒素含量的变化既受遗传的影响,也强烈地受到环境条件的饰变;一般说来,环境条件越干燥,植物体中鬼臼毒素的含量越高,反之,生长在较为湿润环境下的植株鬼臼毒素含量较低;而且对桃儿七不同采收季节与鬼臼毒素含量的研究表明,鬼臼毒素在 5 月份开花时最高,可高达 4.93%,随着时间的延伸,含量趋于减少(但这种减少的趋势不很明显),最低时在 3.0% 左右;他认为鬼臼毒素这种时空分布规律是生态适应进化的结果。

1.8 细胞组织培养和内生真菌研究

鬼臼类植物细胞组织培养是获取鬼臼毒素的一条重要途径。近年来,虽然国内在这方面做了一些研究工作,但都是应用八角莲属植物材料做外植体,对于野生植株鬼臼毒素含量较高的桃儿七属和山荷叶属这方面的研究还未见报道,而且培养物中鬼臼毒素含量远低于野生品鬼臼毒素含量(陈士云等,1993;刘蕾等,1997)。

国外研究者围绕提高桃儿七细胞组织培养鬼臼毒素含量做了一定研究。Nadeem 等(2000)研究显示,栽培前用 100.0 mM NAA 或 IBA 处理根茎切段,可显著提高桃儿七发根和植株的生长;桃儿七种子播种后大约 3 个月开始萌发,用次氯酸钠预处理可以使发芽率提高 5 倍,250.0 mM GA₃ 或 250.0 mM GA₃ 联合 250.0 mM BA 预处理可以使发芽率提高约两倍,其他方式的预处理则无效或边缘局部

有效;桃儿七离体胚在基本培养基或加 1.0~4.0 μM IAA 或 1.0 μM BA 的培养基培养 7~8 d 后开始发育,4~5 周内根系大量发出。Chattopadhyay 等(2003)用桃儿七做外植体在 B5 培养基、Eriksson 培养基、MS 培养基、Nitsch 培养基、Street 和 White's 培养基培养后比较发现,在 MS 培养基中具有较快的生长和鬼臼毒素的积累;最优的氮素含量是 60 mM(铵盐/硝酸盐=1:2);含 1.25 mM 磷酸盐和 0.33 M 葡萄糖培养基培养 30 d 后鬼臼毒素达到最高含量。到目前为止,细胞组织培养法生产鬼臼毒素仍处在研究阶段,要实现规模生产,仍有很长的路要走。

基于某些真菌能产生和其伴生植物相同或相似生理活性物质的特点,通过对鬼臼类植物内生真菌的分离、纯化,从中筛选出可产生与宿主植物相似的活性成分的菌株,通过真菌发酵生产鬼臼毒素是一条全新的途径(杨显志等,2001)。李海燕等(1999)从云南桃儿七植株地下茎中分到一株能稳定产鬼臼毒素类似物的内生真菌(97T22),对其发酵条件和发酵产物鉴定的研究正在组织进行中。

1.9 遗传学研究

在桃儿七分布区里,自然环境条件变异很大,促成了桃儿七很强的环境耐受力 and 表形可塑性,预示着桃儿七较高水平的遗传多样性(马绍宾等,1996b)。Bhadula 等(1996)对采自喜马拉雅地区加尔瓦尔(Garhwal)的桃儿七进行的种子多肽分析表明,酶型在居群内和居群间都存在变化。Singh 等(2000)应用 RAPD 标记对喜马拉雅地区昌巴(Chamba)和 Kullu 地区的桃儿七遗传多样性研究发现,检测的 76 个位点 100% 是多态的,RAPD 标记和同时进行的根内多肽酶谱遗传相似性聚类分析显示,虽然大部分个体按地区聚在一起,但每居群都有少数几个个体脱离地区范围而聚在一起,他们认为这可能与桃儿七的自花授粉和异花授粉并存的授粉机制和居群在地区间的迁移有关。

2 濒危原因分析

虽然过度放牧、环境恶化和生态环境的变化使动植物生境丧失是导致物种濒危的重要和主要原因之一。但桃儿七对不同的生境具有很强的适应性,展示出很高的多样性。同大多数濒危药用植物一样,桃儿七也是一个“人为濒危物种”,为了满足日益

增长的医药工业需要而大规模连根拔起植株是使这些植物面临濒危,走向绝灭的直接原因(Bhadula 等,1996)。

另外,桃儿七种子为了适应高原严寒气候,外被致密的种皮,但这也限制了种子萌发时胚根的伸出。Nadeem 等(2000)的种子生存力测试实验说明,桃儿七种子即使在 4.0~6.0 $^{\circ}\text{C}$ 下保藏,经过一定时间(6~12 个月)也会丧失活力。因此,较低的种子存活力和萌发率是桃儿七在自然环境下更新困难的一个因素,是其濒危的内在原因。

3 保育措施及未来研究展望

由于鬼臼毒素在医药上具有重要价值,从植物中提取是目前获得鬼臼毒素的主要途径,人们为了商业利益而不断采挖,但鬼臼类植物生长缓慢,对环境的要求较为苛刻,在全世界分布极少,且分布零散,野生资源有限,鬼臼毒素在植物中的含量也很低,导致野生鬼臼类植物资源遭到极大的破坏。因此,为了这类植物的可持续利用,要从根本上解决鬼臼毒素的资源问题,一方面要开发利用其他途径生产鬼臼毒素,如化学全合成、半合成、植物细胞组织培养、植物内生真菌发酵等,减轻对野生资源的依赖和破坏;一方面要立即开展种资的就地和迁地保护以及引种驯化、人工栽种工作,建立鬼臼类植物人工药物栽培基地和野生种质遗传多样性保护基地;同时还要加强研究工作。

化学全合成是很有前途的方法,但鬼臼毒素的化学全合成步骤都较多,且由于中间体立体结构对最终获得的鬼臼毒素类各异构物的构型有决定性的影响,增加了合成难度,需要对前期开发研究投入巨额资金和漫长时间,使全合成鬼臼毒素很不经济。二十世纪 60 年代,瑞士山道士公司先后半合成了 VP16、VM26,近年来又以 VP16、VM26 为前体合成了一系列新的糖基衍生物,目前尚在进一步研究中。但化学半合成(即进行结构改造)本身就需要天然鬼臼毒素作为原料。

植物细胞组织培养和植物内生真菌发酵是生产鬼臼毒素的新途径。植物细胞组织培养目前存在着分化难度大、细胞培养中细胞生长与产物均不稳定的难题,一时无法实现大规模工业化生产。当然,也可以在培养过程中利用毛状根转化技术,将发根农杆菌 Ri 质粒的 T-DNA 导入桃儿七基因组中获得

转化毛状根,从而通过对毛状根的大量培养来快速获得高含量的鬼臼毒素及其衍生物(兰小中等,2001)。真菌易培养,易控制,生长快,并可通过改造发酵工艺,优化发酵条件和诱变育种、细胞融合、基因工程等手段改良菌种性能,大幅度提高产量,组织工业化生产,因此用植物内生真菌发酵生产鬼臼毒素这一途径也具有十分广阔的研究和开发前景(杨显志等,2001)。因为在许多植物—微生物共存体中,植物中某些微量的化合物对微生物产生目的产物是必不可少的,它可以启动微生物中某些遗传机能,促进目的产物的合成(彭鸿等,2000)。因此,对桃儿七和其伴生真菌之间的关系的研究也是很有必要的。

通过根茎进行大规模营养繁殖既是植物在自然条件下发展种群的重要途径,也是人们收获利用经济植物和繁育濒危植物(迁地保育)的重要手段。进行引种驯化,有计划地人工栽种,是当前解决资源短缺的最快捷、最经济的办法。陕西凤县等地药农在低山区引种驯化桃儿七获得了成功(李广民,1975)。马绍宾等(1997b;2000)对桃儿七、南方山荷叶进行了初步的引种栽培实验。利用桃儿七根茎切段进行繁殖,不但减免了有性繁殖中促使种子萌发的技术难题,而且缩短了栽培周期和有效保存优良品系。Nadeem等(2000)的研究表明,桃儿七根茎切段成活率高达70.0%;张时刚(2002)则具体介绍了繁殖方法和栽培管理技术。

桃儿七不但比其近缘种类更能适应干旱和太阳辐射较强的环境,而且种内也出现了不同的生态适应型,可以在干旱或潮湿、空旷或荫蔽场所都能很好生存(马绍宾等,1996b)。由于桃儿七较高的遗传多样性水平和迁地栽培会降低鬼臼毒素的含量(Sharma等,2000),保护少数几个地区居群和少量个体不能很好地充分维持其遗传多样性和避免遗传退化,因此,它很适于广泛地在我国西部地区特别是山区就地保育和开发利用。林业部门、民间组织、企业和农民应该被鼓励参加到保育工作中,开展健康优良种源的选育和推广以及栽培管理工作。

鉴于目前野生资源已严重破坏而且将进一步损失,不同地区种子和植物材料的杂交繁育迁地保育工作和大规模植物细胞组织培养和根茎营养繁殖也需要立即展开。但这些迁地保育方法经过一段时间后都会降低物种的遗传多样性,丢失优良基因和积累有害基因。如何使栽培种易于存活,生长迅速,适

应性广,且保持鬼臼毒素及其类似物的含量甚至有所提高,以及保持物种的遗传多样性,则需要我们围绕桃儿七等鬼臼类植物开展多学科研究,如分子生物学研究,其中分子系统学研究为理顺这类群物种之间的关系提供理论依据,遗传多样性研究为就地和迁地保育提供基本信息;植物化学和生态学研究搞清鬼臼毒素含量与土壤化学成分和性质、光照、水分等的关系。还要综合这些研究,在加强传统育种的基础上,利用分子遗传标记技术,构建遗传连锁图,开展鬼臼毒素含量QTL(Quantitative Trait Loci)和调控次生代谢产生的关键酶及其基因与抗病基因的定位、分离和克隆表达的研究和实践,从野生资源筛选优良目的基因,实现杂交强优组合,彻底解决有限野生资源与日益增长的需求之间的矛盾。

参考文献:

- 王京昆,赵元鸿,李瑞英. 1995. 薄层色谱—紫外分光光度法测定鬼臼毒素含量的研究[J]. 云南化工, 2: 36—38.
- 兰小中,王莉,权红, et al. 2001. 珍稀植物桃儿七的分布及药用开发前景[J]. 西藏科技, 5: 31—34.
- 刘蕾,高增平,江佩芬. 1997. 八角莲的组织培养品及野生品的化学成分对比研究[J]. 中国中药杂志, 22(10): 593—594.
- 张时刚. 2002. 桃儿七[J]. 农村实用技术, 1: 31.
- 李广民. 1975. 介绍一种药用植物——桃儿七[J]. 植物学杂志, 2: 28.
- 李忠超. 2002. 特有濒危植物八角莲遗传多样性研究[D]. 浙江大学硕士学位论文.
- 陈毓亨. 1979. 我国鬼臼类植物资源的研究[J]. 药学学报, 14(2): 101—107.
- 湖北省植物研究所. 1976. 湖北植物志(第一卷)[M]. 武昌: 湖北人民出版社, 339—400.
- 虞泓. 1999. 珍稀植物桃儿七[J]. 植物杂志, 3: 6—7.
- Badhwar RL, Sharma BK. 1963. A note on germination of *Podophyllum* seeds[J]. *Indian Forester*, 89: 445—447.
- Bhadula SK, Singh A, Lata H, et al. 1996. Genetic resource of *Podophyllum hexandrum* Royle, an endangered medicinal species from Garhwal Himalaya, India[J]. *Plant Genetic Res Newsletter*, 106: 26—29.
- Chattopadhyay S, Mehra RS, Srivastava AK, et al. 2003. Effect of major nutrients on podophyllotoxin production in *Podophyllum hexandrum* suspension cultures[J]. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60(5): 541—546.
- Chen SY(陈士云), Hou SS(侯嵩生). 1993. Advances in the production of antitumor compounds by plant cell cultures(植物细胞培养生产抗癌药物研究进展)[J]. *Nat product Res and develop(天然产物研究与开发)*, 5(1): 61—65.
- Kocenko VN. 1980. Comparative palynomorphological study

- of the family Berberidaceae: 2 Morphology of the pollen grains of the genera *Gymnospermium*, *Leontice*, *Caulophyllum*, *Bongardia*, *Epimedium*, *Vancouveria*, *Achlys* and *Jeffersonia*[J]. *Bot Zurn*, **65**: 1 412—1 423.
- Li HY(李海燕), Ceng SR(曾松荣), Zhang LQ(张玲琪). 1999. The diversity of the endophytic fungi isolated from the underground stems of *Podophyllum hexandrum* (Royle) Ying and the selection of a valuable isolate(云南桃儿七植株地下茎内生真菌多样性及有价值菌株的筛选)[J]. *South-west China J Agr Sci*(西南农业学报), **12**(4): 123—125.
- Li LC(李林初). 1986. A study on the karyotypes and evolution of *Dysosma pleiantha* with its relatives(六角莲及近缘的核型和演化)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), **8**(4): 451—457.
- Ma C(马辰), Luo SR(罗淑荣). 1992. Advances on the studies of lignan in Chinese herbal drug Guijiu plants(鬼臼类植物中木脂素类化合物的研究进展)[J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*(中草药), **23**(5): 271—275.
- Ma SB(马绍宾), Hu ZH(胡志浩), Li J(李俊). 1997a. A preliminary study of the biochemical ecological adaptation of *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) Ying (Berberidaceae) (桃儿七生化生态适应的初步研究)[J]. *Chin J Ecol*(生态学杂志), **16**(3): 67—70.
- Ma SB(马绍宾), Hu ZH(胡志浩). 1996a. A karyotypic study on Podophylloideae (Berberidaceae)(小檗科鬼臼亚科植物的核型研究)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), **18**(3): 325—330.
- Ma SB(马绍宾), Hu ZH(胡志浩). 1996b. Preliminary studies on the distribution pattern and ecological adaptation of *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) Ying (Berberidaceae) (桃儿七分布格局与生态适应的初步研究)[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), **14**(1): 47—54.
- Ma SB(马绍宾), Hu ZH(胡志浩). 1997b. A contribution to the geographical distribution and phylogeny of Podophylloideae(Berberidaceae)(小檗科鬼臼亚科的地理分布与系统发育)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), **19**(1): 48—56.
- Ma SB(马绍宾), Huang YH(黄衡宇), Zhang NX(张念玺), et al. 2000. A contribution to the reproductive biology of *Diphylleia sinensis* (Berberidaceae) in Zhongdian Yunnan Province(南方山荷叶中甸居群繁殖生物学研究)[J]. *Acta Bot Boreali-Occident Sin*(西北植物学报), **20**(4): 628—637.
- Ma SB(马绍宾), Xu ZY(徐正尧), Hu ZH(胡志浩). 1997c. A contribution to the reproductive biology of *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) Ying(Berberidaceae) (桃儿七繁殖生物学研究)[J]. *Acta Bot Boreali-Occident Sin*(西北植物学报), **17**(1): 49—55.
- Ma SB(马绍宾), Jiang HQ(姜汉侨), Huang HY(黄衡宇). 2001. A primary study on seed production of medicinal plant *Sinopodophyllum hexandrum*(药用植物桃儿七不同种群种子产量初步研究)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **12**(3): 363—368.
- Nadeem M, Palni LM, Purohit AN, et al. 2000. Propagation and conservation of *Podophyllum hexandrum* Royle; an important medicinal herb[J]. *Biological Conservation*, **92**: 121—29.
- Peng H(彭鸿), Li XG(李晓刚), Fan ZQ(樊竹青), et al. 2000. Summary on the research development of the endophytic fungi of medicinal plants producing anticancer active substances(药用植物内生真菌产抗癌活性成分研究进展综述)[J]. *J Chuzhong Teachers' College*(楚雄师专学报), **15**(3): 107—109.
- Sang YM(尚明英), Xu GJ(徐国钧), Xu KS(徐珞珊), et al. 1996. Quantitative analysis of the podophyllotoxin, 4'-Demethyldeoxypodophyllotoxin and deoxypodophyllotoxin in fruit, root and rhizome of *Podophyllum* plants by HPLC (HPLC法测定鬼臼类生药中鬼臼木脂素的含量)[J]. *J China Pharm Univ*(中国药科大学学报), **27**(4): 219—222.
- Sang YM(尚明英), Xu LS(徐珞珊), Li P(李萍), et al. 2002. Study on pharmacodynamics of Chinese herbal drug Guijiu and its lignan(鬼臼类中药及其木脂素类成分的药效学研究)[J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*(中草药), **33**(8): 722—724.
- Sharma TR, Singh BM, Sharma NR, et al. 2000. Identification of high podophyllotoxin producing biotypes of *Podophyllum hexandrum* from north-western Himalaya[J]. *J Plant Biochemistry and Biotechnology*, **9**: 49—51.
- Singh BM, Sharma KD, Katoch M, et al. 2000. Molecular analysis of variability in *Podophyllum hexandrum* Royle—an endangered medicinal herb of northwestern Himalayan[J]. *Plant Genetic Res Newsletter*, **124**: 57—61.
- Terabayashi S. 1983. Studies in the morphology and systematics of Berberidaceae V Floral anatomy of *Diphylleia* Michx., *Podophyllum* L. and *Dysosma woodson*[J]. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica*, **34**: 27—47.
- Yang XZ(杨显志), Shao H(邵华), Zhang LQ(张玲琪), et al. 2001. Present situation of studies on resources of podophyllotoxin(鬼臼毒素资源研究现状)[J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*(中草药), **32**(11): 1 042—1 044.
- Ying JS(应俊生). 1979. On *Dysosma Woodson* and *Sinopodophyllum* Ying, gen. nov. of the Berberidaceae(小檗科八角莲属和桃儿七属(新属)的研究)[J]. *Acta Phytotax Sin*(植物分类学报), **17**(1): 14—23.
- Zhang JT(张金谈), Wang PL(王萍莉). 1983. Study on the pollen morphology of the family Berberidaceae(小檗科花粉形态研究)[J]. *Acta Phytotax Sin*(植物分类学报), **21**(2): 130—141.