

樊莉丽,党远,樊巍,等. 珍稀树种流苏研究进展与保护利用策略[J]. 江苏农业科学,2016,44(6):20-24.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.06.005

珍稀树种流苏研究进展与保护利用策略

樊莉丽^{1,2}, 党远², 樊巍¹, 杨喜田²

(1. 河南省林业科学研究院, 河南郑州 450008; 2. 河南农业大学, 河南郑州 450002)

摘要:从系统分类、资源特征、繁育技术、休眠特性、抗逆性、药用价值等方面综述国内外流苏的研究现状,分析其资源利用与科学研究过程中存在的各种问题,并对资源保护与多用途开发等提出相关对策。

关键词:流苏;珍稀树种;研究进展;资源保护;利用策略

中图分类号: S718.45 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)06-0020-05

流苏(*Chionanthus retusus* Lindl et Paxt)为木樨科(Oleaceae)流苏树属(*Chionanthus*)植物,在我国栽培历史悠久,古老而珍稀,具有观赏、药用、材用、食用等功能。流苏成年植株树体高大优美,花色、花香清雅宜人,是著名的珍稀园林观赏植物;树皮、根和叶均可入药,是公认的药用经济作物^[1];其材质坚重,可制器具、供细木工用;嫩叶和花可代茶饮,果实可榨工业用油。近年来,流苏自然种群面积和分布区域逐年缩小,野生种质资源遭受严重破坏而趋于濒危。据报道,日本和韩国现有的流苏资源非常有限,分别被列为濒危植物^[2-3]和稀有植物^[4-6]。流苏在全球是间断分布的珍稀树种,原产国有

必要在做好野生种质资源保护的同时,对其进行系统的科学研究,使其资源保护与开发利用进入良性循环,实现可持续发展。笔者在总结国内外流苏研究进展的基础上,针对目前科学研究中的薄弱环节及其资源开发利用过程中存在的问题提出相应对策与建议。

1 国内外研究概况

1.1 系统分类

国内外对流苏树属的划分有2种观点,一种观点认为,流苏树属全球大约有100多种,主要分布在热带和亚热带地区,仅有3个种向北延伸到温带,这3个温带种分别是产自中国、日本和朝鲜半岛的亚洲种*C. retusus*和产自北美的*C. virginicus*、*C. pygmaeus*^[7];而另一种观点认为,流苏树属仅包括温带的*C. retusus*、*C. virginicus*、*C. pygmaeus*这3种落叶树种,位于热带、亚热带的常绿种应被归为另一个单独的属即李榄属(*Linociera*)^[8]。《中国植物志》则记载流苏树属(*Chionanthus*)只有2个种,分别为*C. retusus*、*C. virginicus*,而

收稿日期:2015-06-12

基金项目:河南省属科研院所基本科研业务费项目(编号:2014JB01-004)。

作者简介:樊莉丽(1983—),女,河南郑州人,博士,工程师,主要从事森林生态和森林培育研究。E-mail: fanli - njfu@163.com。

通信作者:樊巍,博士,研究员,主要从事森林生态研究。E-mail: fanw2004@163.com。

[40] Yie S M, Brown G M, Liu G Y, et al. Melatonin and steroids in human pre-ovulatory follicular fluid: seasonal variations and granulosa cell steroid production[J]. Hum Reprod, 1995, 10: 50-55.

[41] Baratta M, Tamani C. Effect of melatonin on the in vitro secretion of progesterone and estradiol 17 beta by ovine granulosa cells[J]. Acta Endocrinologica, 1992, 127(4): 366-370.

[42] Sirotkin A V. Direct influence of melatonin on steroid, nonapeptide hormones, and cyclic nucleotide secretion by granulosa cells isolated from porcine ovaries[J]. J Pineal Res, 1994, 17: 112-117.

[43] Jou M J, Peng T, Reiter R J, et al. Visualization of the antioxidative effects of melatonin at the mitochondrial level during oxidative stress-induced apoptosis of rat brain astrocytes[J]. Journal of Pineal Research, 2004, 37(1): 55-70.

[44] Wang S J, Liu W J, Wu C J, et al. Melatonin suppresses cell apoptosis and stimulates progesterone production of bovine granulosa cells via melatonin receptors (MT1 and MT2)[J]. Theriogenology, 2012, 78(7): 1517-1526.

[45] Forcada F, Abecia J A, Cebrián - Pérez J A, et al. The effect of melatonin implants during the seasonal anestrous on embryo production after superovulation in aged high - prolificacy Rasa Aragonesa ewes

[J]. Theriogenology, 2006, 65(2): 356-365.

[46] Vazquez M I, Forcada F, Casao A, et al. Effects of melatonin and undernutrition on the viability of ovine embryos during anestrous and the breeding season[J]. Animal Reproduction Science, 2009, 112(1/2): 83-94.

[47] Vazquez M I, Abecia J A, Forcada F, et al. Effects of exogenous melatonin on in vivo embryo viability and oocyte competence of undernourished ewes after weaning during the seasonal anestrous[J]. Theriogenology, 2010, 74(4): 618-626.

[48] Tian X Z, Wen Q, Shi J M, et al. Effects of melatonin on in vitro development of mouse two - cell embryos cultured in HTF medium[J]. Endocrine Research, 2010, 35(1): 17-23.

[49] Jang H Y, Kong H S, Choi K D, et al. Effects of melatonin on gene expression of IVM/IVF porcine embryos[J]. Asian - Australasian Journal of Animal Sciences, 2005, 18(1): 17-21.

[50] Choi J, Park S M, Lee E, et al. Anti - apoptotic effect of melatonin on preimplantation development of porcine parthenogenetic embryos[J]. Mol Reprod Dev, 2008, 75(7): 1127-1135.

[51] Danilova N, Krupnik V E, Sugden D, et al. Melatonin stimulates cell proliferation in zebrafish embryo and accelerates its development[J]. FASEB Journal, 2004, 18(2): 751.

李榄属约 80 个种,分布于热带和亚热带。李润植等对包括流苏在内的 54 种木樨亚科植物的花粉形态以及高武军等对包括流苏在内的木樨榄族 (Oleeae) 5 属 14 种植物的叶表皮微形态观察结果表明,流苏树属有别于李榄属^[9-10]。流苏树属应视为单一类群。

1.2 形态特征、地理分布及生物学特性

1.2.1 形态特征

流苏为落叶灌木或小乔木,大树高达 20 m。幼年期,树皮为灰白的浅黄色,纸样条状剥落;成年期,树皮纵裂,可见明显的沟和脊^[11]。小枝灰褐色或黑灰色,圆柱形,开展,无毛,幼枝淡黄色或褐色,疏被或密被短柔毛。叶片革质或薄革质,长圆形、椭圆形、圆形、卵形、倒卵形或倒卵状披针形,先端圆钝,有时凹入或锐尖,基部圆形、宽楔形、楔形或浅心形,全缘或有小锯齿;叶缘稍反卷,具睫毛,幼时上表面沿脉被长柔毛,下表面密被或疏被长柔毛,老时上表面沿脉被柔毛,下表面沿脉密被长柔毛,疏被柔毛;叶片其余部分疏被长柔毛或近无毛,中脉在上表面凹入,下表面凸起,侧脉 3~5 对,两面微凸起或上表面微凹入,细脉在两面常明显微凸起;叶柄密被黄色卷曲柔毛。聚伞状圆锥花序,枝顶端生,近无毛;苞片线形,疏被或密被柔毛;花单性或两性,雌雄异株;花梗纤细,无毛;花萼 4 个深裂,裂片尖三角形或披针形;花冠白色,4 个深裂,裂片线状倒披针形;雄蕊藏于管内或稍伸出,花药长卵形,药隔突出;子房卵形,柱头球形,稍 2 裂。果椭圆形,被白粉,呈蓝黑色或黑色。花期一般在每年 3—6 月,果期在 6—11 月。

1.2.2 地理分布

流苏在我国分布范围较广,甘肃、陕西、山西、河北、河南以南、云南、四川、广东、福建、台湾等省份均有分布。流苏在台湾各地区作为园林景观广泛栽植,北部桃园角板山、林口台地及南崁溪一带野生资源分布相对最多^[12]。韩国全罗北道的全州、大丘以及全罗南道西海岸的一些岛屿上有流苏的自然居群,首尔和仁川则是流苏的栽种集中地^[13]。流苏在日本仅分布于马岛最北端和本州中部这 2 个限制区域^[3]。作为引进树种,流苏在美国分布跨度很大,无论是在温暖干燥的加州南部 (USDA zone 9),还是在阴凉潮湿的新英格兰 (USDA zone 5),它都能很好地生长^[11]。

1.2.3 生物学特性

流苏生长速度慢,寿命长,近百年、千年树龄的古树在北京、河北、山东、山西、江苏、云南等地皆有分布^[14-16]。流苏对土壤的要求不严,有一定的耐盐碱能力,耐风及抗空气污染能力强,喜中性及微酸性土壤,喜通风而湿润的环境,在肥沃、通透性好的沙壤土中生长相对最好。流苏的病虫为害相对较少,最常见的病害为白粉病^[17],偶有叶斑病、介壳虫或黄刺蛾发生,幼苗期容易有金龟子危害^[18]。

1.3 繁育技术研究

流苏的种子是胚根、胚轴双休眠,自然状态下发芽率较低^[19]。成年植株扦插或嫁接等进行繁殖成功率也较低,被列为难再生的植物之一^[20]。但是,在学者们不断研究实践下,流苏一些繁殖育苗技术得以突破。通过催根、催芽,种子的发芽率获得提高;通过施用合适浓度的激素,植株扦插成活率得以提升;通过建立细胞悬浮培养体系直接或间接诱导体胚发生,流苏的组培效率得到很大程度的提高。

1.3.1 播种育苗

生产中常采用沙藏层积催根播种^[18]和催芽播种^[21]。催根法将种子经过 1~2 个月的沙藏处理,待种

子长出 3~4 cm 的主根,于当年冬季或翌年早春分批移入大田;催芽法将种子撒播在畦中,覆土、覆沙、盖地膜进行保温、保湿,直至翌年 5 月上旬,有 3~4 张真叶长出时才进行移栽。催芽法常用在盆景培养中,这是由于盆景培养须要对根进行造型,移栽时可依据需要将根部左右弯曲造型。催根法、催芽法这 2 种育苗方法各有所长,催根法省地,移栽后植株生长相对旺盛,且移栽时避开农忙季节,可合理利用劳动;而催芽法发芽率高,出苗整齐,但移栽后小苗须要经过一定的缓苗期。

1.3.2 扦插繁殖

流苏既可采用嫩枝扦插^[22-23],也可采用硬枝扦插^[24]。嫩枝扦插的插穗以一二年生、半木质化枝条为宜^[22],采用不同种类、不同浓度的激素处理,其生根率可大大提高。宋越冬认为,NAA 和 IAA 均可促进流苏扦插枝条的生根,且 NAA 效果好于 IAA;500 mg/L NAA 浸泡插条 30 min,其生根率相对最高,可达 68.02%^[23]。时军霞研究不同浓度 IBA 和 NAA 对流苏扦插生根的影响,结果表明,500 mg/L IBA 浸泡插条 30 min,其生根效果好于 NAA 等其他处理,生根率达 87.32%^[22]。硬枝扦插通常于 11 月下旬至翌年 3 月上旬进行。白振海总结出一套小弓棚温床扦插硬枝的技术,实现了流苏硬枝扦插成活率高、成苗快、开花早的目标,其关键在于温床的铺设和扦插前后苗床温度的控制,即温床依次铺垫隔热层、酿热层、营养层、保温保湿层,覆盖地膜,酿热层材料在微生物活动分解的同时,可释放大热量能使温度迅速上升,温度可达 65℃;苗床温度回落至 25℃ 以下且稳定时方可进行扦插,插后基质温度要高于气温 3~5℃^[24]。

1.3.3 组培繁育

自 20 世纪 90 年代起,台湾大学园艺学研究所许圳塗教授为首的团队进行了长达 20 多年的流苏组培繁育研究,探讨了芽、幼茎、幼花序、幼花等各种类型外植体、胚、胚乳、衍生愈伤组织等直接或间接体胚的发生条件以及不经由体胚而直接诱导产生不定根的方法^[25-31]。李阿娇采用流苏的芽和幼茎在 0.05~0.5 mg/L 激动素环境下培养,待抽出顶、侧芽时转至含 2.0 mg/L NAA 的 MS 培养基中培养 30 d,芽和幼茎可直接形成不定根^[25]。张哲瀚以树体基部抽出的复势枝条为培植体,连续继代培养至第 4 代时,枝条的发根率可达 32.5%,且显示出逐渐复幼的趋势^[31]。关于体胚的发生,最早是以幼花序为培植体进行尝试,但易褐化,且诱导出的愈伤组织少且无法继续分化^[25-26];再分别以幼花、结合子胚等为培植体尝试直接或间接诱导体胚的发生,虽然诱导频率不高,但都取得成功^[25,28]。江舒君以有性胚衍生的愈伤组织在含 0.5~2.0 mg/L 2,4-D 的 MS 培养基中悬浮培养 1 个月,得到可重复分裂增生的胚性细胞,经 2 年培养仍维持相当的胚性潜力^[26]。刘信良研究发现,若以未成熟胚的衍生细胞悬浮培养,其生长发育会出现不同步现象,且仅在原球状期和球状期接种于 SH 配方再生培养基上,才可快速获得大量的体胚^[27]。罗静琪研究发现,以幼花衍生的愈合组织进行细胞悬浮培养,在 WPM 或 MS 基础培养基稍加修正环境下培养 8 周,再换至增生培养基中,可得到较高的细胞增生量;继续在含 0.2 mg/L NAA、0.2 mg/L 2iP、0.1 mg/L 激动素、0.05 mg/L 玉米素的 SH3 培养基中平板培养 4 周,可形成体胚;子叶期将体胚接种于含 GA 的发芽培养基中,体胚可正常萌发形成胚根、胚芽^[29]。林育正以花序衍生细胞悬浮培养,当胞外 pH 值控制在 5.7~6.1 时,细胞能很快转入体胚发

生,如以含 0.4 mg/L NAA 的 SH 再生培养基培养 20 d,几乎所有细胞均转为原球胚期的胚性细胞^[30]。

1.4 种子休眠特性研究

流苏果实成熟落地后,于秋季虽可发根,但胚芽须至翌年春天才能萌发,胚芽和胚根呈现不同步休眠现象,称为上胚轴休眠或胚芽休眠,这与珙桐(*Davidia involucrata*)、牡丹(*Paeonia suffruticosa*)、小花七叶树(*Aesculus parviflora*)以及毛茛科一些植物非常类似^[32-33]。流苏种子上胚轴休眠和胚乳组织中的内源激素密切相关,上胚轴晚于胚根 8~10 周萌出的主要原因,并非由胚和胚乳组织中含有较高的 ABA 和较低的 GA 所致,而是由胚乳组织持续分泌较高水平的 GL-3-nüzhenide、ligustroside、oleoside dimethyl ester 这 4 种水溶性苷酚类物质所引起的^[33]。对于如何打破休眠,邱宝玲研究得出,15、20℃交替变温处理 4~6 个月,可打破流苏上胚轴的休眠,发芽率可达 60%,但耗时相对较长且发芽率不高^[34]。蔡幸铃等用不同发育时期果实进行胚培养试验,结果显示,小于 1.5 mm 长的幼胚不易在体外发芽;7.2 mm 长的裸胚培养 1 周,发芽率相对最高,可达 80%;取果实转色后的成熟胚进行培养,其发芽率呈下降趋势,但仍可达 60%;将 7.2、7.7 mm 的成熟胚在培养出胚根后将根切除,其发芽率可分别提高 86.5%、100%^[35]。胚本身不具有很强的上胚轴休眠特性,完整种子呈现的上胚轴休眠性可能是受到胚乳等其他组织的抑制作用,胚根也可能参与了胚芽活化的调节;裸胚培养可以去除外围组织的抑制作用,不需低温处理便可在体外直接发芽;配合使用 2.0 mg/L GA₃ 处理成熟期胚,能明显促使胚芽的活化,拮抗内存抑制物而提高发芽率^[32,35]。

1.5 抗性研究

目前,对流苏的抗性研究主要集中在耐阴性、抗寒和抗盐性方面。缴丽莉以二年生流苏幼树为试验材料,研究不同遮光度处理对其生长情况及叶片解剖结构的影响,结果表明,适度遮光(遮光 35%)的新梢生长量相对较高,茎增粗最大,叶片厚度、栅栏组织厚度和上表皮厚度均相对最大;以三年生流苏的一年生休眠枝条为材料进行冷冻处理,结果表明,不同冷冻处理条件下,流苏枝条的相对电导率和钾离子(K⁺)相对渗出率均随处理温度的降低而呈“S”形上升,枝条的半致死温度 LT₅₀ 为 -20.7℃,灯台树、复叶槭生长恢复相对较弱,在华北地区不采取防护措施可正常越冬^[36]。姚琳分别采用传统的生长、生理测定方法和当前流行的电阻抗图谱法,测定二年生流苏幼苗不同时间、不同浓度 NaCl 胁迫条件下形态、生理指标及 EIS 参数,结果表明,流苏幼苗的临界耐盐值为 NaCl 浓度的 0.8%,抗盐临界时间为 15 d;与茎相比,叶片对 NaCl 的胁迫更为敏感,EIS 参数中胞内电阻率 r_i 为评价流苏叶和茎 NaCl 胁迫的最佳参数^[37]。张建锋等探讨流苏种子的耐盐能力指出,流苏种子在 0.4% 盐分条件下,发芽率能达到 80% 以上,具有一定的抗盐性;单一盐分比复合盐分对种子发芽和苗木生长的抑制作用更强,K⁺ 的存在能在一定程度上缓解 Na⁺ 的危害^[38]。

1.6 化学成分及药用价值研究

流苏具有利尿、止血、消肿、退烧、消暑等药效,民间常以流苏嫩叶和花炮制成“糯米花茶”饮用,据称有消积、清火、明目、保肝、治疗胃病和腹泻等作用^[1,39-40]。对流苏叶、花等组织初步检测发现,它们富含黄酮类化合物、有机硒、熊果酸、茶

多酚、茶碱、氨基酸、多糖、维生素和微量元素等多种营养和药理活性成分,其中黄酮类化合物、有机硒含量分别是优质茶叶的 2~3、15~20 倍,兼容了茶叶和苦丁茶的全部标志性成分^[41]。邓瑞雪等首次从流苏花中分离鉴定出包括表松脂酚、连翘苷等 9 个化合物,其中绝大部分首次从流苏属植物中分离得到^[41]。邓瑞雪等进一步对流苏花的黄酮类化合物进行分离鉴定,得到槲皮素-3-甲氧基-7-O- α -L-阿拉伯(1 \rightarrow 6)- β -D-葡萄糖苷等 10 个黄酮类化合物,其中有 6 种首次在流苏的花中分离得到^[42]。Lee 等对流苏叶片的化学成分进行分析,结果表明,其叶片中含有 12 种丰富的葡萄糖苷酚类物质,如槲皮素-3-O-葡萄糖苷、山奈酚-3-O-葡萄糖苷、木犀草素-7-O-芸香苷等^[43]。这些黄酮类物质可能是流苏花和嫩叶制成的糯米花茶,具有较强的抗氧化作用。流苏的树皮和根部含有木质素糖和溶血性皂素糖,包括连翘苷、松脂醇- β -D-葡萄糖苷等,被广泛用于改善身体的各项机能运作^[44]。流苏花、叶、树皮和根中富含多酚类、黄酮类及多糖等化合物,为其具有一定的药用功效提供了物质基础。

2 开发利用与研究过程中存在的问题

2.1 自身和人为因素共作,致使野生种质资源锐减

在物种系统发育过程中,由于树种本身遗传特性及其与生境长期自然选择的结果,形成适生生境狭窄、自然繁殖能力下降等特性,这成为许多珍稀树种的共性,也是珍稀树种种群衰退的一大原因^[45]。流苏树在我国虽然分布较广,但其生长缓慢、雌雄异株、结实困难且种子具有典型的上胚轴休眠性,这些自身因素均造成该树种生活力、生殖力、遗传力衰退,进而影响种群的延续,自然资源日益减少。人为破坏也是导致流苏树种资源枯竭的重要因素。与女贞、白蜡等砧木相比,桂花以流苏为砧木嫁接亲和性好、冠形紧凑、抗旱抗寒、适应性强,寿命长达几百年以上,大的野生流苏树桩嫁接桂花,摇身一变身价倍增^[46]。在巨额市场利益驱使下,许多野生流苏大树被偷盗者“去头断尾”挖掘、装卸和运送,或是为得到价值不菲的流苏种子,而将成片的野生大树进行“砍头取种”,另外,还有一些不法商人为了满足城市园林绿化的畸形需求,而肆意盗挖大树,种种行为均导致流苏野生种群自然分布范围与日俱减,种质资源遭受严重破坏。

2.2 遗传多样性研究薄弱,新优品种匮乏

种质资源的遗传多样性是育种不可或缺的物质基础。流苏在我国无论是温暖适宜的东南沿海,还是在相对干旱的西北地区,甚至在较高纬度的华北、东北地区均有自然分布,如此大跨度产生的地理种源和生态类型差异为多样性研究提供了良好的素材。然而,目前为止,国内尚未开展相关的研究,国外也仅有少数学者利用不同分子标记法进行流苏与木犀科其他种之间遗传关系的比较^[7,47],针对流苏种内不同地理种源间遗传多样性的比较仅日本学者曾研究报道过^[3]。育种与资源密不可分,资源遗传多样性分析是品种改良和种质创新的基础。流苏作为著名的园林观赏树种,越来越受到市场的青睐,文献资料中多见百年、千年古树的绰约风姿,却未见新优品种的身影,偶有新品种如扭叶流苏的报道,但也都是从表型上笼统定义,缺乏遗传学和系统分类学理论支撑^[48]。流苏种质资源的收集、保存、管理和遗传学评价等一系列研究工

作在我国至今未见有报道,我国丰富的流苏种质资源尚未得到科学合理的开发利用,一些单株或类群所表现出的高干挺拔、冠型圆满、抗寒耐旱、花期持久等优良性状是种质创新的基础,有待深入挖掘、充分利用。

2.3 繁育技术效能低下,科学研究系统性较差

扦插、组培等技术手段虽然能够提高流苏无性繁殖的效率,但目前生产实践中应用较少,种子繁殖依然是规模化繁育的主要手段。流苏种子上胚轴的休眠性导致其生根发芽所需时间较长,播种后对环境温度、湿度要求较高,如加以人工辅助措施,发根率虽能显著提高,但发芽率也仅能提高至 70% 左右。繁育手段单一、效能低下,导致市场上流苏苗木良莠不齐、价格居高不下,生产中迫切需要多样化、高效能的繁育手段来满足市场多方位的需求,而针对目前流苏繁育、开发与利用中面临的种种问题,相应的科学研究并没有同步、系统深入开展。现阶段,流苏播种育苗普遍采用催根、催芽法,但其实际发芽率并不高,即使采用变温处理法,其发芽率也仅能提升至 60%,而裸根培养成本和设施要求较高,尚未广泛在生产中推广应用。种子萌发与多因素有关,既要从温度、湿度等环境条件着手,又要与种子本身成熟度、生理构造等内在因素相结合开展相关研究。流苏作为著名的园林观赏树种,虽栽培历史悠久,但目前仅有关于其幼苗期耐阴性、抗寒和抗盐性的初步研究报道,而其生物学特性、生理生化特征、生态适应性等一系列基础研究尚属空白,不能为园林绿化应用提供很好的理论参考,不能做到有的放矢。同样,关于其药用价值研究,虽有关于有效成分提取及化学成分分析的相关报道,但对于特定有效成分的分离、药理学、毒理学等基础研究都还比较欠缺。

2.4 资源利用形式单一,多种用途有待开发

目前,市场上对流苏最为认可的用途是嫁接桂花,多数被盗挖的野生大树桩或苗圃培育的实生大苗都被改接成不同品种的桂花。民间流行以其嫩叶和花制成糯米花茶,虽然味道和作用均得到认可,但加工工艺和规模化生产有待提高。近几年,流苏本身的观赏价值得到越来越多人的认可,园林景观中的应用也逐渐流行。但作为药用植物,其根、茎、叶提取物中活性有效成分的独特性、有效性等各项研究还未曾开展,距离开发利用还有很大差距。

3 保护及利用策略

3.1 探寻濒危机制,加强资源保护

中国、韩国、日本等国的流苏野生资源非常有限,天然林现存地逐渐缩小,居群内实生幼苗稀少,被列为稀有和濒危物种。探讨流苏种群的濒危机制,采取有效措施促进种群的延续和发展是当前急需解决的问题。目前,流苏雌雄异株虽然会存在授粉困难的风险,种子上胚轴休眠性也会导致发芽困难,但流苏每年投入的繁殖资本很大,数量可观的花朵虽不能都结实,但年复一年的积累,种子库也能储备大量种子。另外,加强对其开花结实、幼苗更新等繁育过程研究,探讨其自身发育与环境互作过程中可能存在的制约因子,从分子、细胞、个体、物种、群落等多水平研究其致濒机制,为其脱濒技术研究及物种回归提供理论指导。与此同时,一方面应加大宣传教育力度,依法严惩毁树、盗树行为,改变掠夺式开发,采取必要的保护措施,减少人为破坏;另一方面,还要加强流苏资

源的就地和迁地保护工作,通过建立自然保护区,规范营林措施、优化抚育管理等实现流苏的就地保护,通过活体栽培、种子库、离体保存和 DNA 库、植物园或资源圃途径,实现流苏的迁地保护,有计划地开展引种、驯化及资源培育等工作。

3.2 建立种质资源库,加快新品种选育

流苏在漫长的系统发育过程中,由于遗传变异、自然杂交和人工选择作用,形成了复杂的基因类型,表现出形态特征、生长速度、生态适应性等诸多方面的显著差异,尽可能多地收集这些差异表型资源,对地方种源及独立遗传群体进行广泛收集、妥善保存,汇集尽量丰富的遗传资源是实现种质改良和创新的第 1 步。运用现代生物学技术对收集到的资源进行遗传背景、亲缘关系分析,深入开展遗传多样性研究,结合形态学标记、生化标记、细胞学标记和分子标记等多种方法,依据遗传聚类分析结果将资源归类整理,构建核心种质资源库;对一些优异性状要进行深入系统的研究,为合理选配杂交亲本、培育优势杂种提供理论依据;广泛开展近缘种、属间的比较研究,引进优良近缘种,丰富遗传群体基因类型,为远缘杂交奠定基础。此外,在新品种创制的道路上,将现代生物技术与常规育种相结合,运用细胞工程、原生质体融合等生物技术的优点,缩短育种周期,提高育种效率。

3.3 突破繁育难关,全面系统科研

开展珍稀濒危树种科学研究是一项长期而具有战略意义的工作,也是实现资源高效利用的必经之路。要借助多学科理论与技术手段,多角度、深层次、全方位剖析生产实践中面临的各种问题,针对流苏当前面临的自然更新缓慢、野生资源遭受破坏、人工栽培技术落后等问题,积极开展其群落学、繁殖生物学与保育生态学研究,进行种质资源调查、收集、分析、评价,同时加强引种驯化和栽培技术试验,不断优化播种、扦插、组培操作技术体系,使之更高效、便捷。掌握丰富资源,突破育苗难关,是进一步深入研究和开发利用的基础,才能更好地探讨不同栽培条件下流苏的生态适应性、抗逆性和遗传变异性等特性,有步骤地实现物种改良和品种创新。

3.4 实行定向培育,实现多用途开发

流苏集观赏、药用、食用、材用等众多价值于一身,在产业化发展过程中,可实行多用途开发。作园林观赏或行道绿化之用,应重点选择冠形圆满、树干通直、生长迅速、花繁叶茂的品种,力争培育大苗,满足城市绿化的景观需求;作为药用植物资源开发,应更多关注其生物活性物质的含量和质量,研究其次生代谢物积累过程与环境的关系,多采取近自然种植和野生抚育;以花、叶制茶食用,除关注其有机化学成分和无机矿物元素含量外,还要形成配套的矮化种植模式便于采摘;以用材为目的,可根据不同材质需求,甄选立地条件、调控造林密度、活用修剪技术等,以提高出材率。流苏的种子还可以榨油供工业用,这方面的研究尚无人涉及,有待开发。随着科学研究的深入和产业链的完善,对珍稀植物资源的高效综合利用是大势所趋,要实现流苏花、叶、果、材的多用途开发,各项研究工作均有待进一步深入和细化。

参考文献:

- [1] Gill J D, Fogge F L. *Chionanthus retusus* L. [M]//Seeds of woody plant in the United States. USDA Agri Handbook, 1974, 450: 323-325.

- [2] Saeki I. Application of aerial survey for detecting a rare maple species and endangered wetland ecosystems[J]. Forest Ecology and Management, 2005, 216: 283–294.
- [3] Soejima A, Maki M, Ueda K. Genetic variation in relic and isolated populations of *Chionanthus retusus* (Oleaceae) of Tsushima Island and the Tono region, Japan[J]. Genes & Genetic Systems, 1998, 73(1): 29–37.
- [4] Lee C H, Shin H T, Kwon Y H, et al. The vascular plant species in the Korean demilitarized zone (DMZ) [J]. Journal of Asia – Pacific Biodiversity, 2013, 6(1): 31–81.
- [5] Hwang H S, Yang J C, Oh S H, et al. A study on the flora of 15 islands in the Western Sea of Jeollanamdo Province, Korea[J]. Journal of Asia – Pacific Biodiversity, 2013, 6(2): 281–310.
- [6] Oh H K, Kang H M, Choi S H. Classification type of Vascular Plants in Yeohangsan, Muhaksan and Palyongsan, Masan[J]. Journal of Korean Nature, 2010, 3(4): 199–211.
- [7] Gardens R B. World checklist of selected plant families [EB/OL] [2016–04–14]. <http://apps.kew.org/wcsp/Retrieved>.
- [8] Arias R S, Techen N, Rinehart T A, et al. Development of simple sequence repeat markers for *Chionanthus retusus* (oleaceae) and effective discrimination of closely related Taxa[J]. HortScience, 2011, 46(1): 23–29.
- [9] 李润植, 毛雪, 张定宇. 中国木樨科 (Oleaceae) 植物花粉形态研究及其系统演化的探讨 (II) [J]. 山西农业大学学报, 1992, 12(1): 13–17.
- [10] 高武军, 杨绪勤, 邓传良, 等. 14种木樨科植物叶表皮微形态的研究[J]. 武汉植物学研究, 2009, 27(5): 473–479.
- [11] Tredici P D, Li J H. *Chionanthus retusus*; the Chinese frigate tree[J]. Arnoldia, 2005, 63(4): 17–18.
- [12] 刘棠瑞. 台湾木本植物图志 (卷下) [M]. 台北: 台湾大学农学院, 1991: 1061.
- [13] Song J H, Kong M J, Hong S P, et al. Morphological characteristics, distribution and taxonomic consideration of *Chionanthus retusus* Lindl & Paxton in Korea[J]. Korean Journal of Plant Taxonomy, 2011, 41(2): 156–163.
- [14] 夏庆远. 两株大流苏树[J]. 植物杂志, 1993(6): 17.
- [15] 聂庆翠. 腾冲流苏古树[J]. 云南林业, 2000(6): 24.
- [16] 焦传兵. 青岛市古树名木调查、评价及分级保护[D]. 泰安: 山东农业大学, 2014.
- [17] Kim C J, Jang H Y, Glawe D A, et al. First report of powdery mildew caused by *Phyllactinia fraxini* on Chinese fringe tree in Korea[J]. The Plant Pathology Journal, 2011, 27(1): 101.
- [18] 朱毅. 流苏树的苗木繁育及栽培技术[J]. 林业实用技术, 2006(4): 46–47.
- [19] 李锐丽, 徐本美, 孙涛涛, 等. 北京地区流苏及鸡麻种子的休眠与萌发研究[J]. 种子, 2007, 26(7): 29–31.
- [20] Dirr M A. The fringe tree, spectacular for its variability in growth habit, leaf color and size[J]. Nursery Manager, 1994(6): 24–26.
- [21] 刘迎彩, 陈娟, 孙开理, 等. 流苏树播种育苗技术[J]. 现代农业科技, 2012(13): 181, 183.
- [22] 时军霞. 不同浓度 IBA 和 NAA 处理流苏树茎段对扦插生根的影响[J]. 山东农业科学, 2011(9): 55–56.
- [23] 宋越冬. 不同激素处理对流苏扦插繁殖的影响[J]. 林业科技, 2008, 33(3): 13–14.
- [24] 白振海. 流苏树小弓棚温床硬枝扦插繁殖技术[J]. 林业实用技术, 2007(5): 39–40.
- [25] 李阿娇. 流苏体外培养之体胚发生及植株再生[D]. 台北: 台湾大学园艺学研究所, 1992.
- [26] 江舒君. 流苏细胞悬浮培养之体胚发生及植株再生[D]. 台北: 台湾大学园艺学研究所, 1994.
- [27] 刘信良. 流苏细胞悬浮培养生长发育及 pH 变化之特性[D]. 台北: 台湾大学园艺学研究所, 2000.
- [28] 廖欣怡. 流苏芽体培养不定根发生及幼花序培养体胚发生[D]. 台北: 台湾大学园艺学研究所, 2002.
- [29] 罗静琪. 流苏幼花衍生胚性细胞悬浮培养及体胚发生诱导[D]. 台北: 台湾大学园艺学研究所, 2004.
- [30] 林育正. 流苏之胚、幼花与胚乳组织之培养及体胚发生[D]. 台北: 台湾大学园艺学研究所, 2007.
- [31] 张哲瀚. 流苏重复微扦插之体外复幼作用与不定根发生[D]. 台北: 台湾大学园艺学研究所, 2010.
- [32] 许圳塗, 马溯轩, 蔡幸铃, 等. 流苏体胚发育期胚芽与胚根之不同步休眠[J]. 植物种苗, 1999(1): 19–34.
- [33] Chien C T, Kuo – Huang L L, Shen Y C, et al. Storage behavior of *Chionanthus retusus* seed and asynchronous development of the radicle and shoot apex during germination in relation to germination inhibitors, including abscisic acid and four phenolic glucosides[J]. Plant & Cell Physiology, 2004, 45(9): 1158–1167.
- [34] 邱宝玲. 低温及 GA 处理打破流苏上胚轴休眠之试验[D]. 台北: 台湾大学园艺学研究所, 1971.
- [35] 蔡幸铃, 李阿娇, 马溯轩, 等. 流苏未成熟胚培养及上胚轴休眠之克服[J]. 科学农业, 1992, 40(3): 331–332.
- [36] 缴丽莉. 流苏和青栎耐荫性与抗寒性研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2006.
- [37] 姚琳. 基于电阻抗图谱法检测流苏抗盐性研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2011.
- [38] 张建锋, 李吉跃, 邢尚军, 等. 流苏和香椿种子在盐胁迫下的发芽研究[J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(4): 80–83.
- [39] 胡喜兰, 姜琴, 尹福军, 等. 花果山“糯米茶”和“糯米花茶”中有效成分提取与测定[J]. 食品科学, 2010, 31(18): 112–115.
- [40] 邓瑞雪, 卢宗元, 张创峰, 等. 流苏花的化学成分研究[J]. 河南科技大学学报: 自然科学版, 2013, 34(6): 92–95.
- [41] 傅和玉. 银花流苏茶大鼠 30 d 喂养的亚慢性毒理实验[J]. 毒理学杂志, 2009, 23(5): 423–424.
- [42] 邓瑞雪, 张创峰, 刘普, 等. 流苏花黄酮类化学成分的分离鉴定[J]. 食品科学, 2014, 35(1): 74–78.
- [43] Lee Y N, Jeong C H, Shim K H. Isolation of antioxidant and anti-browning substance from *Chionanthus retusa* leaves[J]. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 2004, 33(9): 1419–1425.
- [44] Kwak J H, Kang M W, Roh J H, et al. Cytotoxic phenolic compounds from *Chionanthus retusus* [J]. Archives of Pharmacal Research, 2009, 32(12): 1681–1687.
- [45] 孟庆法, 高红莉, 王洪友, 等. 河南省珍稀树种资源保护及开发利用对策[J]. 地域研究与开发, 2009, 28(4): 134–138.
- [46] 刘占军, 刘海琳, 刘济祥, 等. 桂花嫁接砧木选择试验研究[J]. 河南林业科技, 2009, 29(3): 17–19.
- [47] Cynthia H W, Guillaume B. Intricate patterns of phylogenetic relationships in the olive family as inferred from multi – locus plastid and nuclear DNA sequence analyses: a close – upon *Chionanthus* and *Noronia* (Oleaceae) [J]. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2013, 67: 367–378.
- [48] 石雷, 张会金. 流苏新品种——扭叶流苏[J]. 中国花卉盆景, 2004(11): 16–17.