

冬青属植物分类学及园艺应用研究进展

刘 洋¹, 张 璐², 姜 艳 娟³

(1. 河北旅游职业学院 园艺系, 河北 承德 067000; 2. 东北农业大学 园艺学院, 黑龙江 哈尔滨 150030;

3. 内蒙古喀喇沁旗林业局, 内蒙古 赤峰 024400)

摘 要:冬青科冬青属植物种质资源丰富, 经济价值和观赏价值较高, 在长江以南地区广泛应用于园林绿化。现从进化与分类、园艺引种驯化、栽培与生态适应性、繁殖方法、病虫害防治及园林景观营造等几个方面对冬青属植物的研究进行总结归纳, 分析了目前冬青属植物在园艺应用中存在的问题, 并就今后冬青属植物研究的发展趋势进行了展望。

关键词:冬青属; 分类; 园艺应用; 研究进展

中图分类号:Q 94 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)12-0183-07

冬青属隶属冬青科, 系林奈于 1753 年首次发表于《植物种志》(Species Plantarum)。冬青属是冬青科中种类最多的一个属, 其植物多为雌雄异株^[1], 人们在调查时, 经常会出现收集不全、辨识错误以及同物异名的现象, 导致目前冬青属植物的总体数量还不确定, 据估计全世界约有 500~600 种, 热带、亚热带至温带地区为其主要分布区, 其分布中心为热带美洲和热带至暖温带亚洲^[2]。现在初步确定我国有 200 种以上, 主要分布于秦岭南坡、长江流域以及以南广大地区, 而以西南和华南最多^[3]。

1 冬青属植物分类学研究进展

1.1 经典分类学研究

冬青属植物演化关系复杂, 是分类难度较大的类群。最早比较系统、全面地研究冬青属植物分类的是 Loesener^[4] 和 Hu^[5-6]。Loesener 把冬青属植物划分为 5 个亚属, 每个亚属又分为许多组。胡秀英在研究中国冬青属植物时根据 Loesener 的系统作了一些实质性的修正。此后, 冬青属植物的分类研究主要集中在形态解剖学上, 主要从以下几个方面开展工作: 1) 通过宏观形态学和生物地理分布进行分类^[7]; 2) 通过叶片等器官的

观解剖特征进行分类^[8]; 3) 通过花粉形态进行分类^[9]; 4) 通过花序结构进行分类^[10-11]。这些研究得出的结论大多不支持 Loesener 的分类系统。

关于中国冬青属植物分类研究, Hu^[5-6] 发表了中国冬青属(The Genus *Ilex* in China) 专述, 记录了中国原产冬青 112 种。《中国树木志》^[12] 冬青科记述中国冬青 123 种。《中国植物志》^[3] 记述了冬青属植物 204 种, 分为 3 个亚属, 9 组。李相传等^[13] 对 102 种冬青属植物的叶表皮特征进行了显微观察, 发现这些植物种类均有大气孔器和正常气孔器, 下表皮有退化大气孔器、簇状木质化细胞和瘤状结构, 而叶表皮细胞的大小、形状、垂周壁形态和表面纹饰以及表皮毛的有无和长度存在较大差异, 这些差异可以作为种间分类的依据。田建平^[14] 对苦丁茶冬青与 5 个近缘种和一形态居间物种的叶表皮微形态特征进行了观察, 发现 7 种冬青属苦丁茶植物的差异性体现在叶表皮细胞的垂周壁形态和气孔外缘角质层纹饰等方面。叶表皮微形态特征具有种水平上的分类学意义, 能够为苦丁茶冬青及其近缘种的划分提供可靠的依据。

以上的分类主要是依据外部形态指标来划分的, 其优点是直观而且简便。但是单通过植物形态学观察来进行冬青属植物的分类, 有时难以反映种间的遗传差异和亲缘关系, 有些种的分类难度很大。

1.2 化学分类学研究

冬青属植物有很多树种含有 β -香树脂型和齐墩果烷型三萜酸及皂甙, 并含有香豆素类、黄酮类及木质素类化合物, 有些种还含有嘌呤类生物碱^[3], 所以一些学者希望通过植物化学方法来对冬青属植物的系统演化进行研究^[15]。国外有学者分析了 59 种冬青属植物中所含的黄酮类化合物, 发现了 3 种黄酮醇: 山柰酚、槲皮素、

第一作者简介:刘洋(1983-), 女, 河北承德人, 硕士, 讲师, 现主要从事园林植物栽培等研究工作。E-mail: liuyang200234@126.com.

责任作者:张璐(1982-), 男, 山东宁阳人, 博士, 副教授, 现主要从事园林植物生理生态及全球变化生态学等研究工作。E-mail: caszhanglu@hotmail.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31401895); 黑龙江省自然科学基金资助项目(C201221); 东北农业大学博士启动资助项目(2012RCB36); 青年才俊资助项目(14Q10)。

收稿日期:2015-01-19

异鼠李素,同时发现了2种黄酮:芹菜素与木犀草素^[16]。在地理远缘种和分类学上不相关种类中都发现黄酮的存在可能对揭示系统发育规律有重要意义,黄酮有希望作为测定近缘种关联程度的标记物。

1.3 分子系统学研究

分子系统学是最新的试验分类手段之一。已经有一些学者利用分子标记进行冬青属植物的种类鉴定和品种鉴别,为冬青属植物的分类及亲缘关系判断提供了分子水平的依据^[17-22]。

此外,叶绿体基因组也被应用于冬青属植物的系统发育研究。Cuénoud等^[23]进行了冬青属植物的分子系统学和生物地理学研究,测定了115种冬青属植物的叶绿体 *atpB-rbcL* 的 DNA 片段的序列,同时测定了47种冬青属植物的 *rbcL* 序列,结合化石资料,分析发现:早在白垩纪晚期,冬青属植物的谱系就已在世界范围分布。核苷酸替代率的相关性检测表明,由于它的基础分支的灭绝使现存种不能完全代替完全谱系,现存种的祖先可能出现在第三纪的早期。另外,观察到许多亚洲/北美、北美/南美种的间断分布现象。

Manen等^[24]在 Cuénoud 研究的基础上对冬青属的演化历史进行了研究,通过比较质体 DNA、叶绿体 DNA 以及化石证据,得出以下结论:质体 DNA 得出系统发生关系与现存种的地理分布显著相关,但核 DNA 得出系统发生关系与质体 DNA 得出的结论明显不一致,表明种系间杂交比较频繁。频繁的种系分级和种系间杂交,导致冬青属演化历史十分复杂。

Manen等^[25]利用3种质体分子标记(*rbcL*, *atpB-rbcL* 和 *trnL-F*)和2种核分子标记(*nepGS* 和 *ITS*),研究了108种冬青属植物的进化关系。研究发现,核和质体系统发育树间呈高度不一致的特征,与质体系统发育树相比较,核系统发育树的结果与传统的分类学结果更加吻合。

2 冬青属植物园艺应用研究进展

冬青属植物多为四季常绿,冠型优美,特别是果实光亮呈红色,并长期宿存,具有较高的观赏价值,多被用于庭园造景和城市绿化。在北美洲和欧洲某些地区,冬青属植物已经成为重要的园林绿化树种,有些种类还常作为圣诞节用树。国外选育出的冬青属植物的园艺品种和杂交种超过1000个,1994年美国农业部出版的美国东南部栽培植物名录就收录了500多个园艺品种^[26],而国内冬青属植物的园林应用却仅限于枸骨、无刺枸骨、龟甲冬青等几至十几个种或品种,与国外差距很大,有较大的发展空间。

2.1 冬青属植物引种驯化和生态适应性评价

冬青属植物具有较高的观赏价值和园艺应用潜力,但是其自然分布范围主要位于长江以南地区,限制了其

推广应用,因此目前针对该属植物的引种驯化工作开展较多。

温度是制约着植物地理分布和园林应用的重要生态因子,国内外对于冬青属植物的抗寒性研究开展较多。一些冬青属原种和栽培品种有较强的耐寒能力,可以适当往其自然分布范围以北地区或高海拔地区引种,如枸骨可以引种到山东^[27],大叶冬青可以引种到四川^[28]。张纪林等^[29]定量比较了11种国内外冬青园艺品种或种的抗冻性,发现11种冬青的抗冻能力由低到高依次为:金宝石冬青、小果冬青、花刺冬青、毛冬青、金边小叶冬青、全缘枸骨、冬青、枸骨、拉索里娜冬青、绿冬青和龟甲冬青。毛志滨等^[30]对7种国产冬青耐低温能力进行了比较,发现耐低温能力由低到高依次为全缘冬青、刺叶冬青、浙江冬青、铁冬青、冬青、枸骨和大叶冬青。从以上研究可以推测,龟甲冬青、绿冬青、拉索里娜冬青、大叶冬青均有较高的抗寒性,通过抗寒锻炼,可以逐步往高纬度或高海拔地区进行引种。有学者研究了气温对杂交冬青‘Blue Princess’生长的影响,发现气温对生长曲线的振幅和频率有显著影响^[31]。还有学者研究了低温对冬青属植物生理特性的影响^[32-34],但主要限于叶片生理的研究。狭叶冬青引种驯化试验表明,通过从种子播种到绿化成苗一整套的育苗体系,狭叶冬青可在秦岭北部引种成功^[35]。

常绿植物常常对光照条件比较敏感。张璐等^[36]研究了冬青、绿冬青、全缘枸骨3个树种对光照强度的适应能力,发现其光合日变化曲线均为双峰曲线,推测3个树种均为中性树种,全缘枸骨的光合能力高于绿冬青,冬青最弱。Groom等^[37]研究发现,枸骨叶冬青在冬季会发生光抑制,尤其是在直射光下光抑制程度较深,但是当减弱光强并放于温度较高处时能很快恢复。有学者研究发现,利用侧方遮阴作用能显著促进大叶冬青生长,并可提前2年速生^[38]。

水分因子是制约冬青属植物在干旱地区应用的重要因素。李淑琴等^[39]研究了冬青、绿冬青、无刺枸骨3个树种的耐旱和耐涝能力,结果表明,绿冬青抗性最差,全缘枸骨耐旱和耐涝时间最长,冬青介于二者之间。干旱条件下,可以通过来生长调节剂来调节生长。研究发现,在巴拉圭冬青叶面喷施 ABA 可降低其日间水分胁迫,从而促进其生长^[40]。夏鹏云等^[41]研究了干旱胁迫对大叶冬青叶片生理特性的影响,发现大叶冬青有较强的抗旱能力,能够忍耐300 g/mL PEG-6000 模拟18 d的干旱。

2.2 冬青属植物繁殖方法研究

2.2.1 播种繁殖 冬青属植物中很多种类都具有种子休眠的特性,因此通过播种繁殖并不容易,萌发所需要的时间比较长。对于其休眠机理,学者们进行了许多研

究,大致找到了以下几个影响种子萌发的因素:一是种胚未完全成熟。大量研究都表明冬青属植物的种胚从形态到生理均未成熟^[42]。二是种皮、胚以及胚乳中含有抑制萌发的物质,如王宁等^[43]对冬青种子休眠机理的研究。三是种皮的透气性差。徐本美等^[42]研究发现,大果冬青种子的强迫休眠主要是种皮透气性差所致。以上3种因素往往不是单独起作用,而是几个因素一起抑制种子的萌发。魏朝阳^[44]认为种胚生理后熟和种皮透气性差是引起冬青休眠的主要原因,而种皮透水性和发芽抑制物对种子萌发影响不大。何彦峰^[45]的研究也得出了类似的结论。针对以上导致冬青属植物种子休眠的因素,可以采取相应的措施来破除休眠,促进萌发。针对种皮坚硬致密,透气性差的问题,可以通过酸蚀的方式来处理。徐本美等^[42]用浓 H_2SO_4 处理大果冬青种子 1.5 h,出苗率为 5.3%;何彦峰^[45]用浓 H_2SO_4 处理狭叶冬青种子 1.5 h,出苗率提高了 5%。还有学者对狭叶冬青、小果冬青、毛枝冬青、梅叶冬青及三花冬青的播种繁殖进行了研究^[45-48],发现低温或变温层积处理是打破种子休眠,提高出苗率的重要措施。张蕊等^[49]研究了铁冬青、冬青和全缘冬青种子在解除休眠过程中的生理变化,发现低温层积导致的 ABA 质量分数的减少及 GA_3 /ABA 比值的升高可能是种子破除休眠的原因之一。还有学者研究了赤霉素和变温层积处理对冬青种子激素含量的影响,得出了类似的结论^[50]。何彦峰^[45]对狭叶冬青播种育苗研究发现种子的出苗率显著受到播种基质的影响,砂土和黄绵土中的出苗率低于腐殖质土。研究表明,尽管经过人工处理,冬青属植物的出苗率还是相对比较低。小果冬青、毛枝冬青、大果冬青、大叶冬青、狭叶冬青的出苗率分别为 12%、9.8%、17.1%、18.2%和 21.2%^[42,45-46,51]。

2.2.2 扦插繁殖 扦插繁殖操作简单,繁殖系数较高,还能保持植物花叶等优良性状。冬青属植物中很多树种的扦插成活率较高,繁殖简便易行,但是有些种类如大叶冬青,扦插生根困难、成活率低,严重制约了这类树种的推广和应用。因此,如何提高插穗的生根率成为学者们关注的焦点。金晓玲等^[52]系统研究了从美国引种到湖南长沙的 34 种杂交冬青的生态适应性和扦插成活率,发现不同品种间扦插的成活率存在较大差异,以光滑冬青最好(90.5%~100.0%),美洲冬青最差(47.5%~64.3%)。朱国华^[53]研究发现,插条木质化程度、扦插基质、ABT 生根粉处理对成活率有极显著影响,而扦插时间对成活率和苗木增粗生长有极显著的影响。毛志滨等^[54]研究发现在 5 000 mg/L 的 IBA 溶液中速蘸 5 s 可极显著提高杂交冬青‘Blue Girl’嫩枝插穗生根率、根数、新梢萌发率、叶片数和新梢长度,显著提高根长;在 100 mg/L 的 NAA 溶液中浸泡 2 h 可极显著提高插穗生

根率、根数和根长。还有学者对金叶钝齿冬青、金边枸骨、狭叶冬青、全缘冬青、钝齿冬青、红果冬青、华中冬青、铁冬青、三花冬青、黔灵山冬青等进行过扦插试验^[55-61],均获得了较好的生根效果。在生产实践中,一些企业也已经掌握了冬青属植物新优品种的扦插繁殖技术。如‘铁宝石’钝齿冬青^[62]、‘阳光’狭冠冬青^[63]、‘奥斯特’北美冬青^[64]、‘金宝石’钝齿冬青^[65]等。还有学者研究发现,通过覆盖塑料杯保湿,可以显著提高金叶龟甲冬青的扦插生根率^[66]。从以上研究中可以看出,冬青属植物扦插成活率在种(品种)间存在较大差异。扦插基质、扦插时间、插穗木质化程度对生根率均有一定影响。通过用 ABT 生根剂、IBA、NAA 等激素进行插穗处理,结合现代化的全光照自动喷雾设备,能够获得相对较高的扦插成活率。

2.2.3 冬青属植物的组织培养 组织培养是利用细胞全能性来进行繁殖的生物技术,适合于一些播种、扦插以及分株繁殖不易成活的植物种类,组织培养还可以获得无菌种苗。此外,组织培养还不受季节限制,可以周年生产,快速繁殖种苗。由于冬青属树种播种繁殖萌发率较低,有些种类扦插繁殖成活率低,人们尝试通过组织培养进行冬青属植物的扩繁。目前国外学者对冬青属植物的组培研究多集中在南美著名经济树种巴拉圭冬青, Sansberro 等^[67]以巴拉圭冬青 2 年生植株的节间茎段、茎尖及顶端分生组织为材料,进行微繁殖体系的建立,以 1/4MS 为基本培养基加 3% 的蔗糖进行再生芽的诱导,同样的培养基加上 IBA 进行根的诱导。Sansberro 等^[68]进一步研究了 7 种凝胶介质对其组织培养中愈伤组织、体胚诱导及生长的影响,其中植物凝胶对体胚的形成与生长、合子幼胚的成熟与萌发、愈伤组织的生长、再生植株的增殖及生根都比较有利,但是凝胶介质的种类不影响以节间茎段为外植体的无菌系的建立。还有学者以合子胚和合子胚子叶诱导的愈伤组织为外植体,通过细胞悬浮培养获得再生植株^[69-70]。Rey 等^[71]研究发现秋水仙素、氟乐灵对巴拉圭冬青的体胚发生有促进作用。国内冬青属植物组培研究最初主要集中在用做苦丁茶原料的几种冬青属植物^[72-74],而对观赏价值较高的冬青属植物研究较少。苦丁茶冬青组培时外植体主要选用当年生枝条的顶芽和侧芽,也可以用嫩梢及带柄叶片作材料进行愈伤组织的诱导^[72,75]。苦丁茶冬青组培主要是以 MS、B₅ 或改良 MS 为基本培养基,添加适宜浓度的 2,4-D、KT 进行愈伤组织的诱导与增殖,添加适宜浓度的 6-BA、NAA、 GA_3 、IBA、ZT 等生长调节剂进行芽的诱导与增殖^[76];生根时主要以 1/2MS、1/4MS 或 1/2B₅ 为基本培养基,附加适宜浓度的 NAA、IBA 直接进行试管内生根,或是试管内培养一段时间后移入蛭石等基质中进行生根^[77]。王桂文等^[78]在苦丁茶冬青的茎段

培养中发现生根培养基中加入 NAA 的诱导生根率比加入 IBA 高。梁珍海等^[73]以大叶冬青的叶为外植体进行组培,发现 TDZ 和 IAA 可以诱导出愈伤组织,其中 5 $\mu\text{mol/L}$ 的 IAA 处理效果最佳,5 $\mu\text{mol/L}$ TDZ+3 $\mu\text{mol/L}$ IAA 为诱导不定芽再生的适宜条件。刘根林等^[79]通过试验找到了大叶冬青腋芽再生的适宜培养基。针对观赏价值较高的冬青属植物,有学者通过茎段培养建立了金叶日本冬青、华中枸骨、美洲冬青、毛冬青、日本龟甲冬青、红果冬青的组培快繁体系^[80-87]。陈家龙等^[88]对冬青离体快繁体系进行了研究,并探讨了环境调控对冬青组培苗的光合自养能力的影响,为冬青种苗工厂化生产提供了理论依据。李乃伟等^[89]研究了‘金皇帝’阿尔塔冬青、‘金心’阿尔塔冬青、‘蓝少女’冬青及‘金宝石’钝齿冬青 4 种新优冬青种(品种)的组培方法,筛选出了合适的试管苗快繁培养基。史云光等^[90]还比较了袋式组培方式与瓶式组培对金叶龟甲冬青试管苗增殖、生根的影响,发现并没有显著差异,但在培养基灭菌和接种效率、污染率、移植成活率、培养空间利用率和练苗效率等方面,袋式培养优于常规瓶式培养,可提高生产效率,达到节能增效目的。木本植物组培苗在移栽时经常会出现成活率低的问题,基质成为练苗的关键。李玉巧等^[91]研究了大叶冬青无根试管苗移栽技术,发现基质为上下层放置型,并用生根剂处理幼苗后,能够获得较高的成活率。朱志国^[92]研究了金叶日本冬青试管苗移栽技术,发现练苗基质以泥炭: 砗糠灰: 珍珠岩=5: 1: 4 时最好。

2.2.4 冬青属植物的嫁接繁殖 枸骨由于具有较高的生态适应幅度在嫁接时常常被用作砧木。章建红等^[93]以枸骨为砧木对 6 个彩叶枸骨叶冬青系列品种进行嫁接试验,发现各个彩叶枸骨叶冬青品种与枸骨的嫁接成活率存在较大差距;嫁接时以中部或基部枝段的 1 年生枝条切接或腹接方法进行,可获得较高的成活率;嫁接时接穗和砧木的粗度对接穗成活后的新梢生长量有一定影响。张爱明^[94]采用“枸骨”和“无刺枸骨”为砧木,以 5 种花叶类冬青 1 年生枝条上的芽为接穗,研究了不同砧木和接穗间的亲和性及砧木对接穗生长的影响,发现不同花叶类冬青品种间的嫁接成活率存在显著差异,砧木间的差异不显著。

2.3 冬青属植物的病虫害及防治

在园林绿化树种中,冬青属植物的病害相对较少发生,因此相关研究报道也比较少。叶片部位有时会发生叶斑病、炭疽病、叶片网状枯萎病、圆状节瘤等病害。20 世纪 90 年代,在广东省大埔县苦丁茶春季大量嫩梢枯死,研究发现枯梢病原真菌为砖红镰刀菌冬青专化型,此专化型主要危害苦丁茶^[95]。铁冬青幼苗期有茎腐病为害,喷施甲基托布津等杀菌剂可取得良好的防治效果^[96]。狭叶冬青在幼苗期易发生立枯病,每隔 7~10 d

用 800 倍液百菌清和达菌宁交替喷施 3~4 次,并用 0.1%~0.2% 的 FeSO_4 溶液进行土壤消毒,预防病虫害发生^[35]。大叶冬青主要病害有茶芽枯病、云纹叶枯病、轮斑病、炭疽病及茶饼病等,可用甲基托布津 500 倍液或百菌清喷治,平时可选配波尔多液进行防治^[97]。

危害冬青属植物的害虫主要有根癌线虫、环状线虫、蜘蛛螨、介壳虫及沫蝉。其中,蜘蛛螨、介壳虫及沫蝉比病害和线虫的危害更大,在日常苗圃管理中应更加注意对这几类害虫的防范^[98]。红蜘蛛、刺蛾类危害北美冬青叶片。红蜘蛛危害严重时,可交替喷施 20% 三氯杀螨醇乳油 500~600 倍液或 40% 的氧化乐果乳油 1 500 倍液。刺蛾幼龄幼虫对药剂敏感,一般触杀剂均可奏效^[99]。

2.4 冬青属植物在景观营造中的应用

国外的园林景观中冬青属植物的应用很广泛,在庭院、道路、广场、公园等场地中都可以见到它们的身影,在欧美国家还常用冬青属植物的一些种类作为圣诞树来观赏。而在国内,冬青属植物在园林绿化中的应用面积比较小,多限于长江流域以南地区。目前园林景观中应用的种类也比较有限,主要有大叶冬青、枸骨、无刺枸骨、花叶枸骨、红果冬青、龟甲冬青、铁冬青等^[100],这与我们丰富的冬青属植物资源很不相称。另外,冬青属植物在我国园林景观中的应用形式也相对比较单一,主要还是用作道路两侧的绿篱及自然式景观中的点缀。

3 研究展望

冬青属植物资源丰富,观赏及经济价值较高,在园林景观应用中具有很大的发展潜力,但是目前的研究还存在很多不足,应在以下方面着重加强。

综合形态学、细胞学、解剖学、胚胎学、胞粉学和分子生物学等各方面的性状对冬青属进行系统分析,建立更符合实际的冬青属植物分类系统,并绘制出冬青属分支系统树,确定冬青属植物的进化路线和亲缘关系,为冬青属植物种质创新提供理论依据。

应该加强对冬青属植物生长缓慢的内在机理研究,通过各种栽培管理和化学调控措施进行冬青属植物的生长调控,使其大面积应用成为可能。

加强冬青属植物繁殖方法研究。解决播种繁殖中的种子休眠问题,找到破除休眠的简便易行的方法,提高种子萌发率;部分树种在扦插繁殖时,还面临插穗生根率低的问题,需要通过研究找到解决办法;组培中的外植体褐化问题及组培苗的驯化移栽难关应尽快攻克。

冬青属植物在园林景观中的应用种类和形式还需要进一步拓展。可以开发一些适合室内观赏的种类,另外红果的小叶的冬青属植物还可以用作盆景开发。冬季冬青属植物的果实可以吸引鸟类取食,因此在提高园

林生物多样性上也具有重要意义,如何将冬青属植物与其它冬果植物进行搭配,需要加强研究。另外,冬青属植物某些种类能挥发一些活性物质,能起到抑菌抗菌的作用,因此这些植物还可以用于构建保健型或康复景观,如何筛选出这类植物还有待进一步研究。

参考文献

- [1] Carr D E. Sexual dimorphism and fruit production in a temperate dioecious understory tree, *Ilex opaca* Ait[J]. *Oecologia*, 1991, 85: 381-388.
- [2] Galle F C. Hollies; the genus *Ilex*[M]. Portland, Oregon: Timber Press, 1997.
- [3] 陈书坤. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 1-266.
- [4] Loesener T. Aquifoliaceae. In: Engler A, Prantl K, eds. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, 2nd edn[M]. Eigelmann; Leipzig, 1942: 36-86.
- [5] Hu S Y. The genus *Ilex* in China[J]. *Journal of Arnold Arboretum*, 1949, 30: 233-344, 348-387.
- [6] Hu S Y. The genus *Ilex* in China[J]. *Journal of Arnold Arboretum*, 1950, 31: 39-80, 214-263.
- [7] Martin H A. The history of *Ilex* (Aquifoliaceae) with special reference to Australia; evidence from pollen[J]. *Australian Journal of Botany*, 1977, 25: 655-673.
- [8] Gonzalez A M, Tarrago J R. Anatomical structure and secretion compounds of colleters in nine *Ilex* species (Aquifoliaceae) from southern South America[J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2009, 160: 197-210.
- [9] Maria A V C, Angela M S C, Hiroko M W. Pollen studies of Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Phytolaccaceae and Portulacaceae, occurring in "Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil)"[J]. *Brazilian Journal of Botany*, 2006, 29(1): 145-162.
- [10] Loizeau P A, Spichiger R. Proposition d'une classification des inflorescences d'*Ilex* L. (Aquifoliaceae)[J]. *Candollea*, 1992, 47: 97-112.
- [11] Coelho G C, Mariath J E A. Inflorescences morphology of *Ilex* L. (Aquifoliaceae) species from Rio Grande do Sul, Brazil[J]. *Feddes Repertorium*, 1996, 107: 19-30.
- [12] 中国树木志编委会. 中国树木志: 第3卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997: 3532-3602.
- [13] 李相传, 孙柏年, 林志成, 等. 冬青属植物的叶表皮特征及其分类学意义[J]. *兰州大学学报(自然科学版)*, 2010, 46(4): 13-21, 29.
- [14] 田建平, 李娟玲, 胡远艳, 等. 苦丁茶冬青及其近缘种叶表皮微形态特征与分类学意义[J]. *西北植物学报*, 2013, 33(9): 1800-1807.
- [15] Kim H K, Saifullah K S, Wilson E G. Metabolic classification of South American *Ilex* species by NMR-based metabolomics[J]. *Phytochemistry*, 2010, 71(7): 773-784.
- [16] Martinez MDP, Pelotto J P, Basualdo N. Distribution of flavonoid aglycones in *Ilex* species (Aquifoliaceae)[J]. *Biochemical Systematics and Ecology*, 1997, 25(7): 619-622.
- [17] 史学群, 刘国民, 徐立新, 等. 冬青属苦丁茶不同种质材料之过氧化物酶同工酶和酯酶同工酶研究初报[J]. *贵州科学*, 2003, 21(3): 46-50.
- [18] 张凤琴, 徐立新, 周鹏, 等. 苦丁茶冬青的 RAPD 影响因素及实验条件的优化[J]. *云南植物研究*, 2003, 25(3): 347-353.
- [19] 钱永生, 王慧中, 施农衣, 等. 10 种冬青属植物遗传多样性 RAPD 和 AFLPs 分析[J]. *分子细胞生物学报*, 2008, 41(1): 35-43.
- [20] 王小精. 应用 ISSR 技术探讨冬青属苦丁茶种质资源的遗传多样性和分类地位[D]. 海口: 海南大学, 2008.
- [21] 周喜军, 张冬梅, 罗玉兰, 等. 冬青属植物的 ISSR 标记分析及其应用[J]. *河南农业大学学报*, 2009, 43(2): 196-200.
- [22] 章建红, 高云振, 张斌, 等. 26 种冬青植物遗传多样性分析[J]. *西北植物学报*, 2011, 31(3): 504-510.
- [23] Cuénoud P, Del Pero Martinez M A, Loizeau P A, et al. Molecular phylogenetics and biogeography of the genus *Ilex* L. (Aquifoliaceae)[J]. *Annals of Botany*, 2000, 85: 111-122.
- [24] Manen J F, Boulter M C, Naciri-Graven Y. The complex history of the genus *Ilex* L. (Aquifoliaceae): evidence from the comparison of plastid and nuclear DNA sequences and from fossil data[J]. *Plant Systematics and Evolution*, 2002, 235: 79-98.
- [25] Manen J F, Barrera G, Loizeau P A, et al. The history of extant *Ilex* species (Aquifoliaceae): evidence of hybridization within a Miocene radiation[J]. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2010, 57(3): 961-977.
- [26] Frederick G M, Peter M M, Donald H V. A catalog of cultivated woody plants of the southeastern United States (United States National Arboretum Contribution Number 7) [M]. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1994: 90-109.
- [27] 臧德奎, 李鹏波, 王瑾. 山东园林中常绿阔叶树种的选择和应用[J]. *中国园林*, 2001(5): 71-73.
- [28] 罗凡. 大叶冬青苦丁茶引种栽培试验初报[J]. *茶业通报*, 2002, 24(1): 25-26.
- [29] 张纪林, 谢晓金, 教忠意, 等. 几种冬青属植物抗冻能力比较[J]. *园艺学报*, 2005, 32(3): 277-481.
- [30] 毛志滨, 谢晓金, 汤庚国. 7 种国产冬青树种耐低温能力比较[J]. *南京林业大学学报*, 2006, 30(1): 33-36.
- [31] Kosiba A, Nothnagl M, Alsanius B W, et al. Analysis of rhythmic growth in holly (*Ilex* × *meserveae*) grown in controlled conditions[J]. *Scientia Horticulturae*, 2005, 104: 325-337.
- [32] 王宁, 吴军, 夏鹏云, 等. 大叶冬青对低温胁迫的生理响应及抗寒性分析[J]. *华南农业大学学报*, 2011, 32(3): 82-86.
- [33] 王宁, 吴军, 夏鹏云, 等. 低温胁迫对大叶冬青生理特性的影响[J]. *河南农业大学学报*, 2011, 45(4): 407-410.
- [34] 赵明明, 周余华, 彭方仁, 等. 低温胁迫下冬青叶片细胞内 Ca^{2+} 水平及可溶性糖含量的变化[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2013, 37(5): 1-5.
- [35] 何彦峰. 狭叶冬青引种驯化试验[J]. *北方园艺*, 2009(2): 197-199.
- [36] 张璐, 张纪林, 教忠意, 等. 不同光照条件下 3 种冬青属植物的光合特征日变化研究[J]. *西北植物学报*, 2006, 26(3): 490-495.
- [37] Groom O J, Baker N R, Long S P. Photoinhibition of holly (*Ilex aquifolium*) in the field during the winter[J]. *Physiologia Plantarum*, 1991, 83: 585-590.
- [38] 李晓储, 黄利斌, 朱惜晨, 等. 优良观赏保健树大叶冬青引种试验初报[J]. *江苏林业科技*, 2003, 30(5): 1-6.
- [39] 李淑琴, 张璐, 张纪林, 等. 三种冬青属树种的耐涝性和耐旱性评价[J]. *生态学杂志*, 2007, 26(2): 204-208.
- [40] Sansberro P A, Mroginski L A, Bottini R. Foliar sprays with ABA promote growth of *Ilex paraguariensis* by alleviating diurnal water stress[J]. *Plant Growth Regulation*, 2004, 42: 105-111.
- [41] 夏鹏云, 吴军, 乔俊鹏, 等. 干旱胁迫对大叶冬青叶片生理特性的影响[J]. *河南农业大学学报*, 2010, 44(1): 47-51.
- [42] 徐本美, 史晓华, 孙运涛, 等. 大果冬青种子的休眠与萌发初探[J]. *种子*, 2002(3): 1-2.
- [43] 王宁, 吴军, 张桂菊, 等. 冬青种壳种皮透水性及种皮浸提液的生物鉴定[J]. *河南科学*, 2006, 24(4): 528-531.
- [44] 魏朝阳. 冬青种子休眠机理及解除方法的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2007.

- [45] 何彦峰. 狭叶冬青种子休眠与萌发的研究[J]. 浙江林业科技, 2008, 28(3):63-65.
- [46] 杨永川, 王良衍, 宋坤, 等. 2种优良乡土冬青的繁育及栽培技术[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(4):406-40.
- [47] 曾庆钱, 杨红梅, 黄珊珊, 等. 梅叶冬青种子的发芽特性研究[J]. 种子, 2012, 31(2):78-80.
- [48] 邓元德, 潘伟彬, 陈汉章. 不同处理对三花冬青种子出苗的影响[J]. 漳州职业技术学院学报, 2013, 15(2):20-23.
- [49] 张蕊, 王秀花, 章建红, 等. 3种冬青属植物种子解休眠过程中的生理变化[J]. 浙江林学院学报, 2010, 27(4):524-528.
- [50] 王宁, 梅海军, 袁美丽, 等. 赤霉素浸种和变温层积过程对冬青种子激素含量的影响[J]. 河南农业大学学报, 2010, 44(5):524-527.
- [51] 徐本美, 史晓华, 黎念林. 大叶冬青种子休眠与萌发的初探[J]. 植物引种驯化集刊, 1997(11):150.
- [52] 金晓玲, 傅建敏, 张冬林, 等. 杂交冬青的适应性及其扦插繁殖技术研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(3):7-10.
- [53] 朱国华. 大叶冬青嫩枝扦插对比试验初报[J]. 浙江林业科技, 2004, 24(4):21-24.
- [54] 毛志滨, 周华, 徐迎春, 等. 激素及浓度对杂交冬青 Blue Girl 扦插生根的影响[J]. 江苏农业科学, 2004(5):75-76.
- [55] 孙晶, 梁彬, 李修鹏. 金叶钝齿冬青等彩叶灌木新品种扦插育苗试验[J]. 林业科技开发, 2005(3):21-22.
- [56] 何彦峰. 狭叶冬青扦插育苗技术[J]. 甘肃林业科技, 2003, 27(3):51-53.
- [57] 徐斌芬, 王国明, 王美琴, 等. 全缘冬青和钝齿冬青的分布与繁殖技术[J]. 中国野生植物资源, 2007, 26(4):63-65.
- [58] 黄海燕. 华中冬青的扦插繁殖及蒸腾耗水特性研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2010.
- [59] 温美霞, 黄焱辉, 胡松竹. 铁冬青扦插繁殖技术研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(18):9423-9425.
- [60] 陈开森. 三花冬青嫩枝扦插繁殖技术[J]. 福建林业科技, 2012, 39(1):84-88.
- [61] 陈益新, 徐小蓉, 张冬林, 等. 黔灵山冬青的扦插繁殖研究[J]. 北方园艺, 2013(15):83-85.
- [62] 陈慧芳, 蓝东景, 黄志俊, 等. ‘金宝石’钝齿冬青扦插繁殖[J]. 中国花卉园艺, 2012(18):29-31.
- [63] 蓝东景, 郑勇平, 沈七一, 等. ‘阳光’狭冠冬青扦插繁殖与管理[J]. 中国花卉园艺, 2012(4):32-34.
- [64] 余有祥, 徐昱显. ‘奥斯特’北美冬青繁育技术[N]. 中国花卉报, 2012-11-27(007).
- [65] 郑勇平, 许绍远. ‘金宝石’钝齿冬青繁育要点[N]. 中国花卉报, 2013-01-22(016).
- [66] 史云光, 王珊, 史清云, 等. 保湿方法对金叶龟甲冬青扦插生根的影响[J]. 江苏林业科技, 2012, 39(6):8-10.
- [67] Sansberro P A, Rey H Y, Mroginski L A, et al. In vitro plant regeneration of *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae)[J]. In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 1999, 35:401-402.
- [68] Sansberro P A, Rey H Y, Luna C V, et al. Influence of gelling agents on *Ilex paraguariensis* tissue culture[C]. In Vitro Culture and Horticultural Breeding, 2003.
- [69] Kraemer K H, Schenkel E P, Verpoorte R. Glucosylation of ethanol in *Ilex paraguariensis* cell suspension cultures[J]. Plant Cell Reports, 1999, 18:509-513.
- [70] Kraemer K H, Schenkel E P, Verpoorte R. *Ilex paraguariensis* cell suspension culture characterization and response against ethanol[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2002, 68:257-263.
- [71] Rey H Y, Mroginski L A. Regeneration of plants of mate (*Ilex paraguariensis*) by *in vitro* culture of shoot tips and nodal segments[J]. Phytion, 1998, 48(1-2):139-145.
- [72] 马艳梅, 张柱峰, 李新昌. 苦丁茶愈伤组织诱导培养初步研究[J]. 华南农业大学学报, 1996, 17(4):29-34.
- [73] 梁珍海, 刘根林, 蒋泽平, 等. 大叶冬青叶外植体的愈伤组织诱导与不定芽苗再生[J]. 南京林业大学学报, 2003, 27(6):51-54.
- [74] 陆小清, 李乃伟, 李云龙, 等. 大别山冬青苗木的组织培养[J]. 林业科技开发, 2010, 24(6):109-111.
- [75] 刘根林, 蒋泽平, 刘泽东, 等. 苦丁茶的组织培养研究[J]. 江苏林业科技, 1999, 26(1):40-42.
- [76] 姚军, 张燕, 林荣. 苦丁茶的组织培养和快速繁殖研究[J]. 广西科学院学报, 1996, 12(3-4):30-34.
- [77] 刘德华, 廖利民, 张金莲. 苦丁茶树微繁殖技术的研究[J]. 湖南农学院学报, 1994, 20(3):234-239.
- [78] 王桂文, 周兴, 李海鹰, 等. 苦丁茶冬青茎段离体培养[J]. 植物生理学通讯, 1995(5):358-359.
- [79] 刘根林, 李晓储, 梁珍海, 等. 优良保健树大叶冬青组培扩繁的研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(4):439-443.
- [80] 李登中. 金叶日本冬青的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(5):592.
- [81] 范淑芳. 华中枸骨与守宫木快速繁殖的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2004.
- [82] 李永欣, 王晓明, 陈明皋, 等. 美洲冬青的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2007, 43(2):315.
- [83] 李永欣, 王晓明, 陈明皋, 等. 外源激素对美洲冬青组织培养的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 30(1):65-68.
- [84] 赖珍珍, 潘超美, 梁钻姬, 等. 毛冬青的组织培养与快速繁殖[J]. 浙江农业科学, 2010, 40(8):853-854.
- [85] 朱志国. 金叶日本冬青组培增殖技术研究[J]. 安徽科技学院学报, 2011, 25(6):39-43.
- [86] 梁慧敏, 夏阳. 日本龟甲冬青茎段再生快繁体系建立[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(5):65-66.
- [87] 张晓明, 邢廷茂, 王慧瑜, 等. 红果冬青快繁技术的研究[J]. 山东农业科学, 2012, 44(2):41-43.
- [88] 陈家龙. 冬青离体快繁体系建立及光合自养培养研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [89] 李乃伟, 李云龙, 蔡小龙, 等. 4种(品种)冬青属植物组织培养的研究[J]. 江苏农业科学, 2010(6):73-75.
- [90] 史云光, 朱艳, 徐招娣. 金叶龟甲冬青袋式组培应用效果试验初报[J]. 江苏林业科技, 2010, 37(3):19-21.
- [91] 李玉巧, 梁珍海, 李晓储, 等. 大叶冬青无根试管苗移栽技术研究[J]. 江苏林业科技, 2003, 30(3):1-4.
- [92] 朱志国. 金叶日本冬青试管苗移栽技术研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(27):8447, 8450.
- [93] 章建红, 徐志豪, 陈婷婷. 彩叶枸骨叶冬青嫁接育苗试验[J]. 浙江林业科技, 2008, 28(2):58-60.
- [94] 张爱明. 花叶类冬青嫁接繁殖试验初探[J]. 上海农业科技, 2013(4):94, 101.
- [95] 姜子德, 戚佩坤, 翁群芳. 苦丁茶枯梢病病原菌的研究[J]. 华南农业大学学报, 1996, 17(2):54-58.
- [96] 刘济祥, 朱培林. 优良观果树种铁冬青播种育苗试验研究[J]. 中国林副特产, 2008, 94(3):28-29.
- [97] 潘永柱, 叶金木, 王永升. 大叶冬青引种扦插试验及驯化技术[J]. 浙江林业科技, 2013, 33(1):45-48.

钩藤化学成分提取工艺与鉴别方法研究进展

张 珍 明¹, 罗 文 敏¹, 贺 红 早¹, 张 清 海², 林 昌 虎³

(1. 贵州省生物研究所, 贵州 贵阳 550009; 2. 贵州省分析测试研究院, 贵州 贵阳 550025;

3. 贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

摘 要:钩藤化学成分在中医和现代治疗等方面具有重要作用, 钩藤化学成分复杂, 含量低, 难于富集, 用传统的提取工艺和鉴别方法不仅步骤繁琐, 而且产率及纯度不高。现结合了国内外最新研究成果, 介绍了钩藤化学成分的提取鉴别的新方法, 并在此基础上重点阐述了这些方法存在的弊端, 探讨了这些技术的发展趋势及运用前景, 以期为加快钩藤化学成分开发利用和中药现代化提供参考。

关键词:钩藤; 提取工艺; 方法; 鉴别; 研究进展

中图分类号:S 153.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)12-0189-04

钩藤系茜草科植物钩藤(*Uncaria rhynchophylla*)的干燥带钩茎枝, 为中医儿科和现代治疗高血压方剂的常用药材。以带钩的茎枝入药, 其性微寒味甘, 归肝、心包

经, 可清热平肝、熄风定惊, 用于头痛眩晕、感冒夹惊、惊痫抽搐、妊娠子痫、高血压症等症状^[1]。钩藤属植物种类繁多, 但历版《中华人民共和国药典》所收录主要有钩藤(*Uncaria rhynchophylla* (Miq.) Jacks)、大叶钩藤(*Uncaria macrophylla* Wall)、毛钩藤(*Uncaria hirsute* Havil)、华钩藤(*Uncaria sinensis* (Oliv.) Havil)或无柄果钩藤(*Uncaria sessilifmctus* Roxb) 5 种种质资源^[2]。近年研究表明, 钩藤的主要化学成分包括生物碱类、三萜类和黄酮类^[3]。钩藤其主要药理活性成分为生物碱, 钩藤生物碱类的成分中含量较高的生物碱是钩藤碱和异钩藤碱, 也是重要的活性成分^[4]。钩藤化学成分是钩藤研发中极具潜力的原料资源, 钩藤有效成分复杂, 含量低, 难于富集, 用传统的分离方法不仅步骤繁琐, 能源及材料

第一作者简介:张珍明(1986-), 男, 博士研究生, 助理研究员, 现主要从事作物土壤与化学环境等研究工作。E-mail: zhang6653579@163.com.

责任作者:林昌虎(1961-), 男, 本科, 研究员, 现主要从事土壤学与环境科学等研究工作。E-mail: linchanghu79@sina.com.

基金项目:贵州省农业攻关资助项目(黔科合 NZ[2013]3014 号); 贵州省省院合作资助项目(黔科合院地合[2013]7002); 贵州省国际科技合作计划资助项目(黔科合外 G 字[2013]7034 号); 贵州省科技计划资助项目(黔科合省院合[2014]7001)。

收稿日期:2015-01-19

[98] Hagan A. Common diseases of holly and their control[M]. The Alabama Cooperative Extension System, 2000.

[99] 陈华超, 陈慧玲, 张新叶, 等. 武汉地区北美冬青培育技术[J]. 湖北林

业科技, 2014, 43(2): 71-72.

[100] 徐利平, 孙曙焰. 冬青属乔灌木在园林中的应用探讨[J]. 绿色科技, 2012(11): 38-40.

Research Progress on the Taxonomy and Horticultural Application of the Genus *Ilex*

LIU Yang¹, ZHANG Lu², JIANG Yan-juan³

(1. Department of Horticulture, Hebei Tourism Vocational College, Chengde, Hebei 067000; 2. College of Horticulture, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030; 3. Forestry Bureau of Kalaqin Banner, Chifeng, Inner Mongolia 024400)

Abstract: The genus *Ilex* has rich germplasm resources, high economic value and ornamental value. Many species of the genus *Ilex* are widely used in landscape greening in the area south of the Yangtze River in China. In this paper, different study fields of the genus *Ilex* were summarized, including evolution and classification, introduction and domestication, cultivation and ecological adaptability, reproduction method, pest control and landscape design. The present problems that limit the horticultural application of the genus *Ilex* were analyzed. We also looked into the future research of *Ilex* L.

Keywords: *Ilex* L.; taxonomy; horticultural application; research progress