

网络出版时间:2012-12-21 17:30

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20121221.1730.028.html>

忍冬科 3 属植物种质资源研究进展

李金英^a, 赵春莉^a, 刘树英^b, 刘洪章^b

(吉林农业大学 a 园艺学院, b 生命科学学院, 吉林 长春 130118)

[摘要] 综述了国内外忍冬科忍冬属、荚蒾属、接骨木属植物种质资源、种子、组织培养、遗传多样性及化学成分等方面的研究进展, 简要概述了这些植物的药用功能, 最后就忍冬科植物研究中存在的问题及研究前景进行了展望。

[关键词] 忍冬属; 荚蒾属; 接骨木属; 种质资源

[中图分类号] Q949.781.2; S602.4

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2013)01-0143-06

Advances in germplasms resources of three genus caprifoliaceae

LI Jin-ying^a, ZHAO Chun-li^a, LIU Shu-ying^b, LIU Hong-zhang^b

(a College of Horticulture, b College of Life Science, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118, China)

Abstract: This paper summarized recent researches on germplasm resource, seeds, tissue culture, genetic diversity and chemical composition of *Lonicera*, *Viburnum* and *Sambucus*, and briefly introduced the medicinal functions of these plants. The existing problems and research prospects were discussed as well.

Key words: *Lonicera*; *Viburnum*; *Sambucus*; germplasm resources

忍冬科(Caprifoliaceae)是双子叶植物纲菊亚纲川续断目的一科, 全世界有 15 属, 约 450 种, 我国有 12 属 200 余种。忍冬科植物是多年生植物, 绝大多数为灌木或藤本植物以及小乔木, 只有少数为草本植物。浆果颜色从橙色至黑色, 果实的这种特性被认为是非常重要的属种分类依据^[1]。忍冬科植物不仅树姿优美, 花色迷人, 气味清香, 花、果、枝叶均有较高观赏价值, 而且在生态上具有广泛的适应性。该科植物抗性强、资源丰富、用途较广, 有些属种具有可供人类开发利用的应用前景。忍冬科的忍冬属(*Lonicera*)、荚蒾属(*Viburnum*)和接骨木属(*Sambucus*)3 属植物都是园林观赏花木, 尤其是以观果为其特点, 浆果多为红色, 是秋季观果的优良灌木^[2]。忍冬科的忍冬花芽作为一种中药, 可用于治疗关节炎、糖尿病、褥疮和水肿等许多疾病。利用忍冬(*Lonicera japonica*)提取物治疗急性肝损伤的小

鼠, 结果显示, 忍冬提取物对于治疗肝损伤具有一定疗效^[3]。接骨木属植物分布广泛, 多生长在阳光充足的欧洲、亚洲、北美洲等地区^[4]。接骨木(*Sambucus williamsii*)枝叶可入药, 果实可以酿酒。欧洲荚蒾的叶、花、果实等均可药用, 也可食用^[5]。荚蒾属植物在英国被称为雪球树, 该属植物的深红色果实在日本已开始用于果汁生产^[6]。

鉴于忍冬科 3 属植物具有很高的资源开发利用价值, 因此值得展开系统深入的研究, 本研究将从种质资源、组织培养等方面对忍冬属、荚蒾属和接骨木属植物的研究现状加以综述, 以为忍冬科植物资源的综合开发利用提供理论依据。

1 忍冬科 3 属植物国内外研究概况

1.1 种质资源

忍冬属植物的花蕾、茎枝及果实均可药用, 在食

[收稿日期] 2012-05-15

[基金项目] 吉林省科技厅科研资助项目(20100254)

[作者简介] 李金英(1978—), 女, 吉林长春人, 实验师, 在读博士, 主要从事植物组织培养及资源研究。E-mail: li_jy78@163.com

[通信作者] 刘洪章(1957—), 男, 吉林长春人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事野生经济植物资源研究。E-mail: lhz999@126.com

品、饮料、日用化工、畜牧、环境绿化等领域也有广泛的用途,属于经济价值巨大的资源植物。忍冬属植物比荚蒾属和接骨木属植物资源更为丰富,在我国分布很广。山东省以及其他一些地区均有关于忍冬属植物资源的相关研究报道,指出该属植物是很值得开发利用的一类植物资源^[7]。

国外对荚蒾属植物的繁育研究起步较早,也较全面,现在已经展开了育种方面的研究工作,对荚蒾属的研究正通过生物化学方面的研究逐渐从宏观走向微观。荚蒾属植物不但具有多种经济价值,有较高的药用、食用、榨油、酿酒等价值,同时该属植物花、果美观,是优良的观赏植物。单从观赏植物方面来看有很大的开发利用前景。国内荚蒾属植物可应用的种类相对丰富,但被应用开发的种类却相对较少,种质资源调查并不详细。

沈植国^[8]就国内外学者对木本接骨木属植物种质资源的研究进行了初步总结,对该属植物的食用、美容、药用及观赏价值进行了综述;同时对接骨木属植物在植物分类中的地位、种类及特征与分布进行了概述,并对我国及国外分布的几种主要木本接骨木属植物的种质资源进行了介绍。接骨木是亟待开发的几种野生木本油料树种之一。禄文林^[9]指出,接骨木具有榨油、药用以及园林绿化等价值,是一种非常值得开发的资源。目前,一些野生接骨木资源在有些地区破坏极为严重,在有些地区已濒临灭绝。因此,对现有接骨木属种质资源进行保护并建立种质基因库将是发展的需要。

1.2 种子

国外用先高温后低温的温度控制方法来促进荚蒾属植物种子的萌发,为该属植物的种子萌发研究提供了重要的参考依据。国内关于荚蒾种子的研究相对集中在鸡树条荚蒾(天目琼花)种子的萌发特性上,但研究相对有限。天目琼花种子种皮有吸水性,休眠因为种仁中存在抑制物质,变温处理能打破休眠,激素对种胚破胚均无明显作用。另外,欧洲荚蒾的种子萌发休眠期长,外层种皮含有蜡质层,除去蜡层后可隔年萌发。肖月娥等^[10]从植物分类学角度归纳了目前研究的多个荚蒾属植物种子的特性,并介绍了研究荚蒾种子萌发特性的方法;同时总结了荚蒾属植物种子萌发的物候学特性和打破其休眠的一些方法,为荚蒾属植物的采种和播种提供了一些科学参考。国内也有少数研究者采用变温处理以及不同贮藏方法研究金忍冬种子发芽率的相关报道^[11]。关于接骨木播种育苗方面,刘利民等^[12]经过

10 余年的探索研究,介绍了接骨木从种子采收、处理、播种到苗期管理等方面的经验,在对接骨木的苗木培育研究中发现,用种子繁育的发芽率仅为 70%,且易出现种子混杂的现象,因此采用种子繁殖方式存在一定的不足之处。

1.3 组织培养

组织培养作为一种现代生物技术,在植物种质保存、快速繁殖、药用成分开发等方面具有重要的应用价值。为了给忍冬种质资源保存、优良品种选育、活性成分工业化生产等研究提供参考依据,马萌萌等^[13]归纳总结了忍冬的组培快速繁殖、次生代谢产物生产等研究现状;蒋娜等^[14]将灰毡毛忍冬茎段和叶片接种在 MS 培养基中,并在培养基中添加 2,4-D、6-BA、NAA 等不同质量浓度的激素,研究了茎段和叶片 2 种外植体在不同质量浓度激素组合中愈伤组织的诱导和增殖情况。

在荚蒾属植物组织培养研究方面,国外有关人员地对中海荚蒾(*Viburnum tinus*)的组织培养繁殖进行了研究,总结了其植物组织培养的技术要点^[15]。但国内对本属的植物组培研究并不多见,仅有关于欧洲荚蒾的组织培养和鸡树条荚蒾的组织培养与快速繁殖的少数报道,且组培苗增殖系数不高,畸形芽较多^[16-17]。

关于接骨木属植物的组织培养研究方面,相关报道均着重于外源植物激素对接骨木组培的影响,但对组织培养过程中所出现或存在的问题没有提及。目前由于种子繁殖存在一定缺陷,因此利用组织培养快繁接骨木是一条有效的途径。刘志红等^[18]以接骨木带腋芽茎段为外植体,从启动培养、增殖及生根移栽等方面研究了接骨木的组织培养技术。宋雪莲等^[19]以金叶接骨木的幼嫩茎尖为组培外植体,进行了启动、增殖和生根培养,初步建立了无性繁殖体系。

虽然忍冬科植物的茎枝再生能力强,最常用的繁殖方法是扦插,但培育优良种质时繁殖系数低,繁殖速度慢。所以,利用组织培养技术,采用不同外植体进行组织培养,是目前忍冬科植物组培快繁,大规模培育苗木比较有效的方法。

1.4 分子标记

与形态水平、细胞水平和生化水平研究相比,分子标记直接在 DNA 水平检测,不受发育时期、采样季节、环境条件的影响,具有数量多且遍及整个基因组、多态性高等特点,因而被广泛应用。目前常用的分子标记有 RAPD、SSR、ISSR、RFLP、AFLP 等,其

中 ISSR 重复性高,稳定性好,同时具备 RAPD 的简便、易操作等特点,所以 ISSR 比 RAPD 拥有更高的重复性和可靠性^[20]。基于这些优点,近年来利用 ISSR 等分子标记技术分析我国药用植物遗传多样性的研究越来越多,对比所用方法的优缺点,可以将不同方法有效地结合起来,从而全面、准确地了解某物种的遗传多样性^[21]。王晓明等^[22]建立并优化了金银花(包括忍冬、灰毡毛忍冬、山银花、红腺忍冬等)的 ISSR-PCR 反应体系,为应用 ISSR 分子标记技术进行金银花品种间的遗传多样性分析、品种分子鉴定等研究奠定了一定的基础。霍俊伟等^[23]用 27 个随机引物,对蓝果忍冬 8 个种的 28 份材料进行了 RAPD 分析,共检测出 283 个位点,平均每个引物检测出 10.48 个位点,其中存在多态位点 217 个,多态位点比率为 76.68%,说明蓝果亚组种间遗传多样性比较丰富。应用 RAPD 标记技术,通过对 DNA 多态性的检测,建立忍冬种质资源信息库,将有助于完善和推动我国忍冬属植物的系统学研究,并为其育种和优势种群的构建提供分子证据,同时,还有助于解决一些分类学上有争议的问题^[24]。另外,有学者^[25-27]利用 RAPD 分析了忍冬属其他一些植物的遗传亲缘关系,为种质资源的利用和保护提供了参考。总之,随着分子生物学的发展和分子标记技术的日益成熟,忍冬科植物种质资源研究已从表型性状深入到基因水平。

1.5 化学和药理学

忍冬属植物的化学成分主要有绿原酸类、甙类、黄酮类、挥发油类 4 类。从忍冬属不同种植物以及不同部位已经分离到的成分主要有黄酮、皂苷、环烯醚萜、木脂素、有机酸衍生物等,此外还有大量的挥发油、类胡萝卜素、直链及支链烷烃、烯烃等成分。从忍冬的地上部分,国外学者分离到了 2 种以长春藤皂甙元为配基的三萜皂甙,以及 12 种以石竹素和长春藤皂甙元为配基的三萜皂甙。从金银忍冬花芽提取物中发现了一种新的酚醛苷酯和 12 种已知的酚类化合物,并研究了其抗 5-脂加氧酶的活性^[28]。通过对忍冬的抑菌活性研究,人们发现忍冬花精油和叶的乙醇提取物具有抑菌作用,表明忍冬的芳香油和提取物可以作为食品或制药工业的防腐剂资源^[29]。Luo 等^[30]首次报道了从毛花柱忍冬植物花芽中分离出了新的三萜类皂苷物质。余守军等^[31]综述了国内外近 5 年来对忍冬属植物化学成分的研究成果,对忍冬属植物的化学成分进行了分类和总结,并提出建立忍冬属植物化学成分数据库的设想。

据报道,莢蒾属植物含有的化学成分类型较多,有二萜类、三萜类、环烯醚萜及其苷类、黄酮类、木脂素等,黄酮类、烯醚萜及其苷类、酚类化合物以及 vibsan 型二萜是该属植物的特征化合物^[32-33]。Annelise 等^[34]对 2 个哥伦比亚莢蒾品种的酚类物质进行了研究。莢蒾属植物资源在我国分布较广,但国内对该属植物化学成分及生物活性的研究报道较少。李攀登等^[35]采用分光光度法对鸡树条莢蒾枝、叶、果实中的黄酮和多糖含量进行了测定;同时采用原子吸收分光光度法测定了鸡树条莢蒾不同部位中 Fe、Cu、Zn、Mn 4 种微量元素的含量,利用 GC-MS 法对鸡树条莢蒾叶片和果实的化学成分进行了分析。在我国该属植物中有许多用作民间药物,应该对其成分和活性进行深入系统的研究,以期发现一些结构新颖的活性成分,为研究开发一些治疗药物提供理论依据。

接骨木属植物化学成分较多,主要含有黄酮类、三萜类、酚酸类、挥发油类、木脂素类以及生物碱、香豆素、蒽醌等成分。其生物活性广泛,具有预防骨质疏松、抗病毒、抗炎、镇痛、抗癌、抗氧化等多种功效。近年来,国内外对该属植物的研究日趋深入,有关其化学成分和药理活性方面的成果不断涌现。同时,国内关于其化学成分、药理活性和食用价值等已进行了大量工作。有关接骨木茎枝化学成分的研究报道称,采用体积分数 60%乙醇提取,经大孔吸附树脂、硅胶以及制备型 HPLC 等各种现代方法分离,采用光谱学方法对得到的化合物进行分离和结构鉴定,得到了 5 个木脂素类和 1 个环烯醚萜类化合物^[36]。国外研究人员从黑接骨木花中分离得到了异鼠李黄酮-3-糖苷和 3-芦丁苷;从无梗接骨木叶中分离出了一个新的木脂体苷-马尾松树脂醇 4'-O- β -D 吡喃葡萄糖苷和 6 种已知的木脂体苷^[37]。对接骨木药理学研究表明,接骨木地上部分花蕾和根系的己烷提取物的抗水肿活性明显高于叶提取物^[38]。

近年来,研究者对忍冬科植物不同部位挥发油的提取及成分分析也越来越深入。忍冬属植物的挥发油主要由醇、醛、酸、酯、酮、烷、烯和炔等多种化学成分组成,且该属植物挥发油所含的许多化学成分都有一定的生物活性^[39]。采用蒸馏法对香莢蒾花挥发性成分的研究结果显示,从香莢蒾萃取液中共鉴定了含量大于或接近 0.1%的化合物 25 个,占挥发油的 97.05%。其中主要化合物为苯乙醇(87.8%)和苯甲醇(3.34%)。由此来看,香莢蒾花

是又一名贵香料的天然资源^[40]。采用超临界 CO₂ 萃取法和水蒸气蒸馏法提取南方莢蒾挥发油,用 GC-MS 法分析其化学成分,结果发现,2 种提取方法所得挥发油的主要成分及其含量有较大差异^[41]。人们对接骨木花、叶和果实挥发油提取物的抗氧化性(抗衰老)进行了比较,结果显示,花提取物清除自由基的能力最高,而叶提取物清除能力最弱^[42]。国内有研究者从接骨木中首次分离出 7 个酚酸类化合物。用蒸馏法提取蒙药材接骨木中的挥发油,采用 GC-MS 法测定其化学成分,共分离出了 63 种组分,鉴定出了 13 种组成成分^[43]。

2 忍冬科 3 属植物研究中存在问题和展望

2.1 忍冬科植物的系统分类

查阅大量的国内外相关文献资料发现,关于忍冬科植物的系统分类还存在不足,忍冬属、莢蒾属、接骨木属 3 属植物的关系尚需进一步分析。Wu 等^[44]认为,莢蒾属植物分类存在困难,不仅因为其在北半球分布面积较广,还因为该属存在大量的野生种和杂交种。对于莢蒾属植物而言,具有酚类化合物,特别是具有木质素和黄酮类物质的特性不能作为其化学分类的有力依据,因为在环境胁迫下其他属植物也可以产生酚类化合物^[45]。

目前,在忍冬科各属分类上尚存在争议,忍冬科各属之间化学成分的差异较大,从化学分类学观点来看,在忍冬科内研究环烯醚萜类 and 黄酮类成分有重要意义。忍冬科的有关属种都含有环烯醚萜类成分,大多数属种的环烯醚萜类成分为马钱素或裂马钱素。黄酮类化合物在忍冬科中的分布较为普遍,几乎存在于所研究过的忍冬科所有属种中。数量分类学、核型分析、花粉形态观测等的结果显示,忍冬属与莢蒾属和接骨木属之间的亲缘关系疏远,莢蒾属与接骨木属之间的亲缘关系较近,莢蒾属和接骨木属为忍冬科中的进化类型^[46]。但从已获得的化学成分数据来看,忍冬属与莢蒾属及接骨木属之间又存在着紧密的联系,它们都含有绿原酸类、甾醇类及黄酮类成分。总的来看,这些关于忍冬科植物分类的研究报道并未从分子水平上加以论证。忍冬科属种之间的遗传亲缘关系尚需进一步研究。

2.2 忍冬科植物种子的萌发及休眠机制

莢蒾属植物种子有比较复杂的休眠要求,其萌发特性是种子必须经过高温-低温-高温或高温-低温处理才能彻底破除休眠而萌发,这种特殊的休眠规

律在其他木本植物中较为罕见,很多莢蒾属植物的种子自然萌发期长,机理不明确。莢蒾属植物种子萌发期长是否是我国该属植物的普遍规律,有无其他类型,以及如何缩短萌发时间和提高发芽率等问题尚需逐步解决。金银忍冬种子在自然条件下属于难发芽种子,需要采取合适的人工催芽措施,生产中应适当考虑采用高温-中温和高温-中温-高温 2 种变温方法处理种子。总之,不同的药用植物有不同的休眠原因,分析种子的休眠原因是促进种子萌发的前提条件。无论是种皮障碍、形态或生理后熟、萌发抑制物质的存在,现在虽已有相应的一些方法和技术来解决,但有关忍冬科植物种子的休眠机制,目前尚未明确,尚需要进一步研究。

2.3 忍冬科植物的组织培养

目前,有关忍冬科植物组织培养的研究报道不多,且多集中在快速繁殖方面。由于忍冬科植物枝条再生能力较强,生产中多采用扦插繁殖。虽然通过组织培养可以实现快速繁殖,但因条件和成本等因素的限制,并没有真正大规模地应用于实际。组织培养技术在忍冬科植物种质保存、倍性育种、体细胞杂交育种、基因工程等方面具有广阔的前景。因此,应加强原生质体培养、花药培养等研究,以便为忍冬科植物种质资源与良种选育研究提供技术支撑。通过细胞培养直接生产忍冬科植物活性成分是一个非常值得探索的研究方向,但现在仅处于添加前体物进行生物转化阶段,其机制及人工控制手段尚需深入研究。

2.4 忍冬科植物的化学和药理学研究

忍冬属植物的挥发油提取方法多为水蒸汽蒸馏法与超临界 CO₂ 萃取法,而用溶剂萃取法提取该属植物挥发油的应用较少。挥发油提取方法不断在发展,提取目的不同,采用的方法也不同,如果仅对挥发油成分进行鉴定,可以尝试固相微萃取法或溶剂微萃取法,这样可以降低成本,缩短时间^[47]。国内外关于忍冬科植物化学和药理学方面的研究越来越多,许多植物组织中具有抗炎、抗病毒、抑菌、抗氧化以及提高免疫力的一些活性物质被分离提取出来,但质量控制和开发还存在不足。国外有关人员指出,关于这方面的研究,应该重点考虑进行试管内的抗病毒和抑菌作用研究^[48]。

综上所述,我国忍冬科忍冬属、莢蒾属和接骨木属植物资源虽然十分丰富,但目前对其的综合开发利用较少。因此,系统调查忍冬科植物的种质资源,深入研究各属种间的系统分类和种子萌发特性,筛

选具有较高观赏价值的植物,这将对提高忍冬科植物资源的利用价值及园林绿化水平具有一定的意义。同时,忍冬科 3 属植物均为药用植物,种类多,化学成分复杂,所以具有较高的研究价值和广阔的开发利用前景。

[参考文献]

- [1] Monica J, Nils H, Øyvind M, et al. Anthocyanins in Caprifoliaceae [J]. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2007, 35: 153-159.
- [2] Wang Z, Clifford M N, Sharp P, et al. Analysis of chlorogenic acids in beverages prepared from Chinese health foods and investigation, *in vitro* of effects on glucose absorption in cultured Caco-cells [J]. *Food Chemistry*, 2008, 108: 369-373.
- [3] Sun C H, Teng Y. Metabonomics study of the protective effects of *lonicera japonica* extract on acute live injury in dimethylnitrosamine treated rats [J]. *Journal of Pharmaceutical and Bio-medical Analysis*, 2010, 53: 98-102.
- [4] Robert V, Jerneja J, Franci S, et al. European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols [J]. *Food Chemistry*, 2009, 114: 511-515.
- [5] Vilma K, Erich L, Petras R V, et al. Chemical and sensory characterisation of aroma of *Viburnum opulus* fruits by solid phase microextraction-gas chromatography olfactometry [J]. *Food Chemistry*, 2012, 132: 717-723.
- [6] Mi Y K, Kunihsa I, Hajime M, et al. Phenolic compositions of *Viburnum dilatatum* Thunb. Fruits and their antiradical properties [J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2005, 18: 789-802.
- [7] 董秀春, 刘欣玲, 盖 静, 等. 山东省忍冬科植物资源及其园林应用 [J]. *中国野生植物资源*, 2008, 27(2): 33-36.
- Dong X C, Liu X L, Gai J, et al. The Plant resource and landscape application of Caprifoliaceae in Shandong Province [J]. *Wild Plant Resources*, 2008, 27(2): 33-36. (in Chinese)
- [8] 沈植国. 木本接骨木属植物种质资源研究综述 [J]. *山西农业科学*, 2011, 39(11): 1223-1226, 1231.
- Shen Z G. Germplasm resources of woody elderberry plants [J]. *Journal Shanxi Agricultural Sciences*, 2011, 39(11): 1223-1226, 1231. (in Chinese)
- [9] 禄文林. 木本油料树种资源利用现状与展望 [J]. *陕西林业科技*, 2008(4): 146-149.
- Lu W L. Current status and prospect for woody oil tree resources [J]. *Shaanxi Forest Science and Technology*, 2008(4): 146-149. (in Chinese)
- [10] 肖月娥, 周翔宇, 张宪权, 等. 荚蒾属(*Viburnum*)种子休眠与萌发特性研究进展 [J]. *种子*, 2007, 26(6): 56-59.
- Xiao Y E, Zhou X Y, Zhang X Q, et al. Advance in research on dormancy and germination of *Viburnum* seed [J]. *Seed*, 2007, 26(6): 56-59. (in Chinese)
- [11] 孟泉科. 金银忍冬种子变温催芽处理的研究 [J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(16): 6764-6765.
- Meng Q K. Research on bud forcing treatment of *Lonicera maackii* Seeds by changing temperatur [J]. *Journal of Anhui Agri. Sci*, 2008, 36(16): 6764-6765. (in Chinese)
- [12] 刘利民, 苏玉阁, 李宝民, 等. 接骨木播种苗培育技术 [J]. *安徽农学通报*, 2011, 17(8): 117-118.
- Liu L M, Su Y T, Li B M, et al. The seedling cultivation of *Sambucus williamsii* [J]. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2011, 17(8): 117-118. (in Chinese)
- [13] 马萌萌, 韩琳娜, 李 佳, 等. 忍冬组织培养研究概况 [J]. *山东中医杂志*, 2010, 29(1): 63-65.
- Ma M M, Han L N, Li J, et al. Research general idea on tissue culture of *Lonicera* [J]. *Shandong Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2010, 29(1): 63-65. (in Chinese)
- [14] 蒋 娜, 李 群. 灰毡毛忍冬愈伤组织诱导和增殖的研究 [J]. *西南农业学报*, 2008, 21(6): 1690-1694.
- Jiang N, Li Q. Studies on callus induction and propagation in *Lonicera macranthoides* Hand.-Mazz. [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2008, 21(6): 1690-1694. (in Chinese)
- [15] Nobre C, Santos A R. Micropropagation of the Mediterranean species *Viburnum tinus* [J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2000, 60(1): 75-78.
- [16] 甄雪花, 胡露露, 夏姚生. 欧洲荚蒾组织培养技术研究 [J]. *安徽农学通报*, 2010, 16(9): 57-59.
- Zhen X H, Hu H L, Xia Y S. Study on tissue culture of *Viburnum opulus* L. [J]. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2010, 16(9): 57-59. (in Chinese)
- [17] 王 欢, 杜凤国, 吕伟伟. 鸡树条荚蒾的组织培养与快速繁殖 [J]. *植物生理学通讯*, 2010, 46(11): 1187-1188.
- Wang H, Du F G, Lü W W. Tissue culture and rapid propagation of *Viburnum sargentii* Koehne [J]. *Plant Physiology Communications*, 2010, 46(11): 1187-1188. (in Chinese)
- [18] 刘志红, 李周岐. 接骨木茎段组织培养技术研究 [J]. *西北林学院学报*, 2008, 23(6): 101-103.
- Liu Z H, Li Z Q. Tissue culture of stem segment of *Sambucus williamsii* [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2008, 23(6): 101-103. (in Chinese)
- [19] 宋雪莲, 林 颖, 赵和祥, 等. 金叶接骨木离体快繁的研究 [J]. *湖北农业科学*, 2011, 5(2): 416-419.
- Song X L, Lin Y, Zhao H X, et al. Tissue culture research of *Sambucus canadensis* L. CV. Aurea [J]. *Hubei Agricultural Science*, 2011, 5(2): 416-419. (in Chinese)
- [20] 王永清, 付 燕, 杨 芩, 等. 枇杷属植物遗传多样性的 ISSR 分析 [J]. *林业科学*, 2010, 46(4): 49-57.
- Wang Y Q, Fu Y, Yang Q, et al. Genetic diversity of *Eriobotrya* analyzed by ISSR markers [J]. *Scientia Silvae Sinciae*, 2010, 46(4): 49-57. (in Chinese)
- [21] 葛淑俊, 孟义江, 李广敏, 等. 我国药用植物遗传多样性研究进展 [J]. *中草药*, 2006, 37(10): 1584-1589.
- Ge S J, Meng Y J, Li G M, et al. Research progress on genetic diversity in Chinese medicinal plants [J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2006, 37(10): 1584-1589. (in Chinese)

- [22] 王晓明,李俊彬,李永欣,等.金银花 ISSR-PCR 反应体系的建立与优化 [J]. 中国农学通报,2008,24(11):73-77.
Wang X M,Li J B,Li Y X,et al. Establishment and optimization of ISSR-PCR reaction system for Honeysuckle [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(11): 73-77. (in Chinese)
- [23] 霍俊伟,睢 薇. 蓝果忍冬种间遗传多样性及亲缘关系的 RAPD 研究 [J]. 吉林农业大学学报,2009,31(5):516-520.
Huo J W,Sui W. Studies on the genetic diversity and phylogenetic relationship of *Lonicera* L. subsect. *Caeruleae* L. by RAPD technique [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2009, 31(5): 516-520. (in Chinese)
- [24] 盛红梅,安黎哲,陈 拓,等. 忍冬属植物的遗传多样性及其种间关系研究 [J]. 西北植物学报,2005,25(7):1405-1409.
Sheng H M,An L Z,Chen T,et al. Genetic diversity and relationships among species of *Lonicera* in Gansu Province [J]. Acta Bot Boreali-Occidentalia Sinica, 2005, 25(7): 1405-1409. (in Chinese)
- [25] 莫爱琼,耿世磊,张寿洲. 药用植物华南忍冬居群遗传多样性的 RAPD 分析 [J]. 中药材,2009,32(4):485-490.
Mo A Q,Geng S L,Zhang S Z. Genetic diversity of medicinal plant *Lonicera confusa* populations revealed by random amplified polymorphic DNA [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2009, 32(4): 485-490. (in Chinese)
- [26] 杨 飞,张 敏,彭兴扬,等. 金银花五个品系的 RAPD 分析及 DNA 指纹图谱的建立 [J]. 武汉植物学研究,2007,25(2):235-381.
Yang F,Zhang M,Peng X Y,et al. RAPD analysis and construction of DNA fingerprints in five *Flos Ionicerae* lines [J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 2007, 25(2): 235-381. (in Chinese)
- [27] 向增旭,郭巧生. 不同金银花种源间遗传关系的 RAPD 分析 [J]. 植物资源与环境学报,2007,16(2):57-59.
Xiang Z X,Guo Q S. Analysis on genetic relationship of different provenances of *Lonicera japonica* with RAPD technique [J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2007, 16(2): 57-59. (in Chinese)
- [28] Lee E J,Kim J S,Kim H P,et al. Phenolic constituents from the flower buds of *Lonicera japonica* and their 5-lipoxygenase inhibitory activities [J]. Food Chemistry, 2010, 120: 134-139.
- [29] Rahman A,Kang S C. *In vitro* control of food-borne and food spoilage bacteria by essential oil and ethanol extracts of *Lonicera japonica* Thunb [J]. Food Chemistry, 2009, 116: 670-675.
- [30] Luo Y J,Li H J,Li P,et al. A new triterpenoid saponin from flower buds of *Lonicera dasystyla* [J]. Chinese Journal of Natural Medicines, 2009, 7(6): 405-408.
- [31] 余守军,朱 英. 忍冬属植物化学成分研究进展 [J]. 海峡药理学,2008,20(6):1-7.
She S J,Zhu Y. Advances in studies on chemical constituents of *Lonicera* [J]. Strait Pharmaceuteal Journal, 2008, 20(6): 1-7. (in Chinese)
- [32] 朱向东,徐 波. 莢迷属植物化学成分及生物活性研究进展 [J]. 天然产物研究与开发,2008(20):939-943.
Zhu X D,Xu B. Advances in research of chemical constituents and bioactivities of *Viburnum* species [J]. Nat Prod Res Dev, 2008(20): 939-943. (in Chinese)
- [33] Zhu X D,Dong X J, Wang Y F,et al. Phenolic compounds from *Viburnum cylindricum* [J]. Helvetica Chimica Acta, 2005, 88: 339.
- [34] Annelise L,Bernard W. Polyphenolic content of two colombian *Viburnum* species (caprifoliaceae) [J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2003(31): 95-97.
- [35] 李攀登,李金玲,王宏伟,等. 鸡树条莢迷化学成分测定分析 [J]. 人参研究,2009(2):16-19.
Li P D,Li J L,Wang H W,et al. Determining chemical composition of *Viburnum sargentii* Koehne [J]. Ginseng Research, 2009(2): 16-19. (in Chinese)
- [36] Ou Y F,Liu Y,Li R,et al. Five lignans and an iridoid from *Sambucus williamsii* [J]. Chinese Journal of Natural Medicines, 2011, 9(1): 26-29.
- [37] Machida K,Takano M,Kakuda R,et al. A new lignanglycoside from the leaves of *Sambucus sieboldiana* (Miq.) Blume ex. Graebn [J]. Chem Pharm Bull, 2002, 50(5): 669.
- [38] Ebrahimzadeh M A,Mahmoudi M M,Salimi E. Antiinflammatory activity of *Sambucus ebulus* hexane extracts [J]. Fito-terapia, 2006, 77: 146-148.
- [39] 董玮玮,张 帆,鲁润华. 忍冬属植物挥发油研究进展 [J]. 天然产物研究与开发,2006,18(1):196-204.
Dong W W,Zhang F,Lu R H. Research progress in the volatile oil of *Lonicera* Linn [J]. Nat Prod Res dev, 2006, 18(1): 196-204. (in Chinese)
- [40] Fakhari A R,Salehi P,Heydari R,et al. Hydrodistillation-headspace solvent microextraction: A new method for analysis of the essential oil components of *Lavandula angustifolia* Mill [J]. Chromatography A, 2005, 1098: 14-18.
- [41] 朱小勇,卢汝梅,陆桂枝,等. 南方莢迷挥发油化学成分的气相色谱-质谱联用分析 [J]. 时珍国医国药,2011,22(2):317-318.
Zh X Y,Lu R M,Lu G Z,et al. Analysis of chemical constituents of essential oils from *Viburnum fordiae* by GC-MS [J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2011, 22(2): 317-318. (in Chinese)
- [42] Andrzej L,Dawid O,Dorota W,et al. The antioxidant properties of alcoholic extracts from *Sambucus nigra* L. (antioxidant properties of extracts) [J]. Swiss Society of Food Science and Technology, 2006, 39: 308-315.
- [43] 付 克,付戈妍,栾凤伟,等. 蒙药材接骨木挥发油化学成分的气相色谱-质谱分析 [J]. 内蒙古民族大学学报:自然科学版,2008,23(1):26-27.
Fu K,Fu G Y,Luan F W,et al. Study on the component of essential oil from mongolian medicine *Sambucus Williamsii* Hance by GC-MS [J]. Journal of Inner Mongolia University: Natural Science Edition, 2008, 23(1): 26-27. (in Chinese)