

蒋学莉,史锋厚,沈永宝,等. 豆梨资源的保护与开发利用[J]. 江苏农业科学,2015,43(3):162-165.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.052

# 豆梨资源的保护与开发利用

蒋学莉<sup>1</sup>, 史锋厚<sup>1</sup>, 沈永宝<sup>1</sup>, 仲磊<sup>2</sup>, 卢克成<sup>2</sup>

(1. 南京林业大学林学院, 江苏南京 210037; 2. 江苏省林木种苗管理站, 江苏南京 210036)

**摘要:** 豆梨原产我国, 为梨属较为原始类型, 其综合利用价值较高, 集嫁接繁殖砧木、材用、药用和园林绿化于一身, 具有广阔的开发前景。豆梨曾在我国广泛分布, 由于其适应性强、抗疫病, 美国将其引入作为西洋梨的嫁接砧木, 并开发其观赏价值, 使其获得大量种植; 但我国豆梨资源的利用仍局限于嫁接砧木, 野生资源也不断衰减, 故对其资源的保护和开发利用迫在眉睫。对豆梨资源的保护和开发利用情况进行了介绍, 包括豆梨分类地位、资源分布、生物学特性、繁殖方式、利用价值等诸多方面, 并对美国开展豆梨引种和品种选育的情况进行了概述。

**关键词:** 豆梨; 树木分类; 资源分布; 利用价值; 繁殖; 品种选育

**中图分类号:** S661.202.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0162-04

豆梨 (*Pyrus calleryana* Decne.) 为蔷薇科梨属落叶乔木, 别名鹿梨、棠梨、野梨、鸟梨等, 因果实大小如豆而得名。我国是梨属植物中心发源地之一, 梨树栽培历史超过 4 500 年, 豆梨作为我国原生梨属植物, 由于其果实较小, 并非主要栽培品种, 但其生长适应性较强, 耐干旱、贫瘠, 抗腐烂病较强, 常作栽培梨树的嫁接砧木。目前, 我国华东低山丘陵地区仍然分布有一些野生豆梨, 春季花开满树, 深秋绿叶变彩, 虽醒目诱人, 但并未被开发利用。20 世纪初, 美国将豆梨以嫁接砧木引入, 并逐渐选育出许多优良的观赏品种<sup>[1]</sup>。近年来, 国内对于豆梨的关注度逐渐增强, 豆梨资源的保护和开发利用日益受到重视。

## 1 豆梨的分类地位

豆梨所属的梨属植物因种间自然杂交较为容易, 已经命名的梨属植物种、变种和类型有 900 个以上, 但被大多数分类学家所认可的约有 30 种<sup>[2]</sup>。现有研究成果认为, 梨原种产于起源于第三纪的我国西部或西南部的山区<sup>[3]</sup>。滕元文等曾对梨属植物的分类历史进行系统研究, 确认我国是东方梨种的主要起源地, 我国也是世界上梨品种类型最多的国家<sup>[2]</sup>。

收稿日期: 2014-12-30

基金项目: 国家林业局“948”项目(编号: 2011-4-42); 江苏省高校优势学科建设工程资助项目(PAPD)。

作者简介: 蒋学莉(1989—), 女, 江苏泗阳人, 硕士研究生, 研究方向为林木种苗学。E-mail: 1032821908@qq.com。

通信作者: 史锋厚, 博士, 副教授, 研究方向为林木种苗学。E-mail: 280918109@qq.com。

林业科技, 2006(4): 60-61.

[3] 王金龙. 蝴蝶兰栽培技术[J]. 山西林业, 2008(6): 26-27.

[4] 曾宝瑛, 陈岳徐, 江秀娜. 蝴蝶兰花芽发育进度与花期调控试验[J]. 广东农业科学, 2006(7): 40-42.

[5] 刘晓荣. 蝴蝶兰花芽分化及花期调控研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006: 34-44.

[6] 江秀娜, 陈岳徐, 曾宝瑛, 等. 不同温度条件对蝴蝶兰满天红花芽

发育的影响[J]. 广东农业科学, 2008(6): 47-49.

各国树木分类专家对于梨属树木分类多有争议, 但针对豆梨树木分类地位却相对统一, 现有文献及出版的植物志等均承认其种级分类地位。日本学者菊池秋雄曾将梨属植物分为三大区, 其中, 豆梨区作为第 2 大区, 包括原生分布仅限于亚洲东部的杜梨 (*P. betulaefolia*) 和豆梨, 划分依据则是果实小如大豆, 2~3 心室, 脱萼<sup>[4]</sup>。Challice 等论述亚洲豆梨类包括豆梨、台湾野梨 (*P. koehnei*)、朝鲜豆梨 (*P. fauriei*)、日本豆梨 (*P. dimorphophylla*) 和杜梨<sup>[5]</sup>, 滕元文等利用 RAPD 和 ISSR 等分子标记技术证实了上述豆梨类属于近缘种的说法<sup>[2]</sup>。据《中国植物志》介绍, 我国分布的豆梨还存在一些变型和变种, 如豆梨绒毛变型 (*P. calleryana* Decne. f. *tomentella* Rehd.) 和豆梨全缘叶变种 (*P. calleryana* Decne. var. *integrifolia*)、豆梨楔叶变种 (*P. calleryana* Decne. var. *koehnei*)、豆梨柳叶变种 (*P. calleryana* Decne. var. *lanceolata* Rehd.)。江先甫等认为梨属分为东方梨和西方梨类, 我国梨属植物共有 14 种, 豆梨为独立种, 且为东方梨类较为原始类型<sup>[6]</sup>。针对豆梨为梨属原始类型说法也多有文献报道。黄敏等撰文论述, 豆梨为原产于云南的梨属植物, 其叶缘锯齿钝圆或全缘, 属于植物演化较为原始的类型<sup>[7]</sup>; 豆梨核型为  $2n=2X=34=26m+8sm$ , 与其他梨属树种存在差异, 为一独立种, 且为梨属植物的一个原始种<sup>[8]</sup>; 姚宜轩等利用扫描电镜对花粉形态进行观察, 证实豆梨花粉形态特征具有较多的原始性状, 可视作梨的最原始种<sup>[9]</sup>。根据多位专家学者的研究成果, 可以认定豆梨为我国原产梨种, 其种级分类地位和原始类型的定位毋庸置疑。

## 2 豆梨的资源分布

豆梨适于温暖湿润气候, 喜光、稍耐阴, 耐寒, 耐干旱、瘠

发育的影响[J]. 广东农业科学, 2008(6): 47-49.

[7] 黄胜琴, 郭建军, 叶庆生, 等. 温度对蝴蝶兰成花诱导的研究初探[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2003, 42(4): 132-134.

[8] 王树栋, 赵永志, 刘建斌, 等. 北京地区蝴蝶兰催花技术研究[J]. 北京农学院学报, 2002, 17(2): 18-22.

[9] 高祥斌, 张秀省, 蔡连捷, 等. 6-BA 对蝴蝶兰不同品种开花的影响[J]. 林业实用技术, 2009(4): 9-10.

薄;对土壤要求不严,在碱性土壤中也能生长。野生豆梨常分布于山坡、平原或低山丘陵杂木林中,或山区路边和沟旁,海拔 80~1 800 m。查阅标本及相关文献资料得知,黄河以南区域多有野生豆梨分布,山东、河南、江苏、浙江、江西、安徽、湖北、湖南、福建、广东、广西、云南、贵州等省区皆有分布豆梨的记载。但通过实地调查和咨询有关专家,豆梨资源保护并不乐观,种群缩减甚至消失趋势明显。如刘晶等曾对浙江省豆梨资源进行调查,发现原有记载的很多群体已不复存在,有些地区只找到了零星分布的植株<sup>[10]</sup>。邻国日本,其日本豆梨资源同样破坏严重,已经作为濒危物种被列入日本濒危物种红皮书<sup>[11]</sup>。分析我国豆梨资源减少的原因可以归纳为:(1)对豆梨资源保护的重视程度不够;(2)一些地区为发展其他树种,导致对散生分布的野生豆梨资源破坏严重;(3)林下抚育措施不当,导致包括豆梨在内的一些非目标性树种资源损失严重。

豆梨在原产地面临资源日益匮乏的局面,但由于其适应性强、抗病虫害强的特点,现已被欧美等国家广泛种植。20 世纪初,美国将豆梨作为嫁接砧木引入,并选育出一些观赏品种,被大量种植,现有资料表明豆梨种植几乎遍布整个美国;1998 年,美国国内豆梨苗木的年销售量为 155.3 万株,销售收入达到 3 008.8 万美元<sup>[12]</sup>。加拿大、法国、德国、英国等欧美国家通过引进美国选育的豆梨观赏品种,已将原产中国的豆梨种植范围大大扩大。同样,南半球的澳大利亚也种植了一些豆梨<sup>[13]</sup>。近年来,我国林业工作者开始重视豆梨资源,并将原产于我国的豆梨由美国引进了一些观赏品种,但这些品种资源的种植和推广还未获得普及,城乡绿化建设还难见其踪影。

### 3 豆梨的生物学特性

豆梨为落叶乔木,高可达 12 m 以上。茎皮灰褐色,有不规则深裂;小枝粗壮,2 年生枝条灰褐色;冬芽三角卵形,先端短渐尖。叶片长 4~8 cm,宽 3.5~6 cm,革质,卵形或椭圆形,先端渐尖,基部圆形至宽楔形;叶柄长 2~6 cm,无毛。花期 3—4 月;伞房花序 6~12 朵小花,小花梗长 1.5~3 cm;苞片膜质,线状披针形,长 8~13 mm;萼片披针形,先端渐尖;花瓣 5 枚,白色,卵形,基部具短柄;花柱 2~3 枚,雄蕊约 20 枚。果期 8—10 月,梨果圆球形,大小不足 1 cm,褐色,有斑点,先端无宿存之萼片。

豆梨具有较强的抗旱、耐盐碱、抗病虫害特性,树木生长较快。豆梨幼苗在 5 g/kg 盐浓度环境中,仅有少量或部分叶片变黄、变小,苗木高生长和生物量降幅较小,幼苗在 8 g/kg 和 10 g/kg 盐环境中仍能存活<sup>[14]</sup>;张华新等将豆梨与其余 10 个树种进行抗盐性比较,对叶片叶绿素含量、脯氨酸含量、可溶性糖含量和质膜透性以及根、茎、叶中  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  含量进行测定,认定豆梨具有中高度耐盐碱能力<sup>[15]</sup>。不同豆梨产地的苗木抗盐性和抗旱性也具有差异,陈长兰等利用盐害指数划分荆门豆梨属抗盐性极强类型,孝感豆梨和武昌豆梨具有强抗盐性;利用旱害指数划分卢氏棠梨(豆梨)具有极强抗旱性,荆门豆梨、孝感豆梨、武昌豆梨具有强抗旱性<sup>[16]</sup>。豆梨对高温和湿土的适应性较强,正是其常被用作南方栽培梨嫁接砧木的原因,可以解决近年来南方夏季高温干旱引起的早期落叶、二次开花等问题<sup>[10]</sup>,其苗木耐高温胁迫的原因与体内多胺代谢有相关性<sup>[17]</sup>。

豆梨作为嫁接砧木的优点还在于其叶芽休眠需冷量低,仅需 936 U,小于丰水梨(*P. pyrifolia* cv. Hosui)、杜梨和湍梨(*P. pseudopashia*),使用 10 g/L  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、20 g/L  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、20%  $\text{CaCN}_2$  和 2%  $\text{H}_2\text{CN}_2$  溶液处理叶芽有利于打破叶芽休眠促进其萌发;豆梨休眠期内芽赤霉素、苯丙氨酸解氨酶、脯氨酸含量随需冷量满足而上升<sup>[18-19]</sup>。美国引种豆梨的根本目的就是要解决西洋梨(*P. communis*)嫁接砧木不耐火疫病(fire blight)的弊端, Frank Reimer 试验证实豆梨具有抗火疫病特性<sup>[20]</sup>。但豆梨与其他梨属树种相似,对锈病抵抗能力较差,因此,豆梨不可与圆柏类植物混栽或就近栽植,因为豆梨极易发生圆柏锈病,且难以根治<sup>[21]</sup>。

豆梨以适应性强、抗病性强、观赏价值高等特性,使其在美国被大量栽植,但目前,豆梨已被美国列入入侵植物<sup>[22]</sup>。2002 年,豆梨被美国鱼类和野生动物保护部门列入中大西洋地区的入侵生物名单<sup>[23]</sup>;截至 2010 年,美国至少 26 个州发现豆梨入侵群体<sup>[24]</sup>。1964 年以前,美国并未发现野生豆梨群体,50% 的入侵现象发生在 2000 年以后;现已被证实华盛顿哥伦比亚特区和 25 个州 152 个县区呈现由人工栽培状态向野生状态蔓延,且在加利福尼亚州等其余 5 个州也表现出类似转变态势,豆梨在美国东部表现出明显的植物入侵特征<sup>[25]</sup>。豆梨本属于配子体自交不亲和的植物,个体自花授粉很难产生种子<sup>[24]</sup>,但豆梨种内杂交和种间杂交非常容易,使得其在适宜条件下呈现植物入侵特征,一些自然繁殖的个体表现为杂种起源,有些即为豆梨与杜梨或白梨(*P. bretschneideri* Rehd.)的杂交子代,且这些子代在野外表现出繁殖容易的特征<sup>[22,25]</sup>。

豆梨苗木生长速度较快,实生苗生长速度存在差异,品种苗木长势较为均匀。原有资料显示豆梨生长速度较慢,分析原因在于野生豆梨生境较差,树木生长速度较慢。笔者所在课题组通过栽培试验证实:在苗圃普通管理条件下,豆梨苗木即表现出较快的生长速度,年均高生长速度 75~100 cm、地径生长速度 0.8~1.2 cm,一些生长较快的苗木高生长可达 150 cm、地径生长 1.5 cm 左右。在肥水管理更加优越的条件下,豆梨苗木生长速度将更快。

### 4 豆梨的利用价值

豆梨利用价值较多,除去作为栽培梨树嫁接砧木外,还具有材用、药用、食用和园林绿化价值。我国种植梨树具有悠久的历史,传统将豆梨作为栽培梨树的嫁接砧木使用,美国引进豆梨的初衷同样利用其作为嫁接砧木。豆梨对生长条件要求不高,可用于大多数梨属植物的嫁接砧木,尤其在我国南方高温高湿地区。

豆梨材质优良,木材坚硬,纹理致密,可供制作高档家具,也可用于雕刻图章和制作手工艺品。豆梨根、茎、叶、花、果实均可入药;根、叶具有润肺止咳、清热解毒的功效,主治肺燥咳嗽、急性眼结膜炎等;枝具有行气和胃、止泻的功效,可用于治霍乱吐泻、反胃吐食等;果实具有健胃消食、涩肠止痢、清热生津的功效;叶和花对闹羊花、藜芦有解毒作用。

豆梨果实虽小,但仍具有食用价值,果实含糖量达 15%~20%,可用于酿酒。刘旭辉等曾对豆梨果实多糖的提取工艺条件进行了探索<sup>[26]</sup>。伍国明等对豆梨发酵酒酿造工艺和参数进

行系统研究,以豆梨果酿制的发酵果酒,不仅营养丰富,还含有对人体健康有益的多种营养物质,经常适量饮用有助于消化,软化血管,降低血脂含量,防治心血管疾病等作用<sup>[27]</sup>。

豆梨作为早春先花植物和秋季色叶树种,具有较高的绿化观赏价值,在黄河以南各省皆可选为城乡绿化树种。豆梨生长适应性强,早春开花,伞房花序,白色花瓣,盛花时节满树雪白,诗作“忽如一夜春风来,千树万树梨花开”便是对其形象的写照;秋季叶片变彩,或黄或红,色叶期长,落叶迟,易于营造色彩绚烂的意境<sup>[21]</sup>。

## 5 豆梨的繁殖方式

豆梨种苗繁殖可采用播种、扦插、嫁接、组织培养等。传统的繁殖方式以播种育苗为主,但种子具有休眠特性,低温层积处理可以有效解除种子休眠,野生豆梨种子混湿沙于 3℃ 低温层积 40 d,种子发芽率超过 90%<sup>[28]</sup>;邱玉宾等曾对 New Bradford 豆梨种子进行播种前预处理,冬季沙藏的种子出苗率达到 95%,使用 400 mg/L GA3 溶液浸泡 48 h 的种子出苗率达到 88%,该方法可用于应急种子处理<sup>[29]</sup>。澳大利亚新南威尔士州所产豆梨种子进行(4±1)℃ 低温处理,层积 24 d 后,50%~90% 种子可以萌发,延长低温处理时间对种子萌发的影响甚微;弱光对于经低温处理的种子萌发具有促进作用,但赤霉素处理对种子萌发无影响<sup>[13]</sup>。邱玉宾等与沈孝善试验中关于赤霉素对豆梨种子萌发的影响效果存在分歧,原因在于赤霉素与低温层积对于促进种子萌发具有一定的同质性效果,在试验设计不完善时难以判断导致试验结果的原因。豆梨种子因存在休眠特性而难以快速评价种子质量,利用 TTC 染色法可以快速测定种子生活力,去除种皮,使用 0.9% TTC 溶液浸泡种仁染色,置于 30℃ 避光环境中染色 7 h,可获得最佳染色效果<sup>[30]</sup>。容器育苗是现代苗木培育的发展趋势,豆梨同样适于容器育苗。王贵元等曾对 1 年生豆梨实生苗进行容器育苗,以珍珠岩、蛭石、沙土、黏土、草炭等为育苗基质,证实基质配比蛭石:珍珠岩=1:1 时,最适合豆梨幼苗生长,株高、茎粗、鲜重均为最高<sup>[31]</sup>;但根据基本常识,该基质配方似乎难以满足苗木生长所需营养要求,试验结果有待进一步验证。

扦插和嫁接作为传统的无性繁殖方法,常用于品种化或无性系育苗。豆梨繁殖也可采用扦插繁殖,Gilliam 曾于 1981—1983 年连续 3 年对 Bradford 豆梨品种嫩枝扦插进行试验,先后采用 IBA 溶液等对插穗进行速蘸处理,证实顶梢生根率和生根数优于枝条中段和基段;1982 年,顶梢和中段枝条扦插生根率均高于 70%,且以 10 000 mg/L IBA 溶液处理效果最佳,顶梢枝条生根率可达 100%<sup>[32]</sup>。豆梨在梨属植物育苗过程中发挥重要作用,但传统上多作为嫁接砧木,随着豆梨尤其观赏豆梨品种苗木繁育的需要,豆梨本砧嫁接已在生产中获得应用。在山东潍坊地区,以 New Bradford 豆梨种子所育实生苗为砧木,嫁接 Capital 品种,证实年春季树液开始流动后(4—9 月)均可进行贴芽嫁接,但夏季高温季节需注意保湿,贴芽接成活率可达 84% 以上;4 月 5 日,所进行的贴芽接、劈接、插皮接等 3 种方法的嫁接成活率均在 79% 以上,可应用于种苗生产<sup>[29]</sup>。

组织培养技术作为高效无性繁殖技术已经应用于豆梨繁

殖。以豆梨茎段、子叶为外植体,采用适宜增殖培养基、分化培养基和生根培养基以及适宜的培养方式,均可以成功诱导出再生植株<sup>[33-34]</sup>。6-BA 对豆梨组培增殖系数起主导作用,对试管苗玻璃化起促进作用,活性炭对增殖系数、玻璃化率及苗高均起抑制作用<sup>[35]</sup>。李晓刚等还对<sup>60</sup>Co 射线诱导愈伤组织辐射诱变进行研究,证实低剂量射线促进叶片愈伤组织形成,高剂量则起抑制作用,适宜豆梨叶片和愈伤组织辐射诱变的辐照剂量为 20~30 Gy<sup>[36]</sup>。在组织培养研究基础上,可以通过农杆菌介导法将可使植株矮化和改善生根的外源 *rolB* 基因导入到豆梨中,使得转化植株生根能力明显增强,且须根增多<sup>[37]</sup>。

## 6 豆梨品种选育

豆梨原产于我国,但国内并未选育出品种。19 世纪初,美国西洋梨因遭受火疫病而损失重大,Frank Reimer 发现豆梨具有抗火疫病特性;经美国农业部(USDA)官方批准,由中国引种豆梨进入美国以挽救西洋梨;19 世纪 20 年代中后期,Meyer 等由我国的湖北荆门、宜昌、江西井冈山、江苏南京、河南、山东等地采集豆梨种子运回美国进行播种育苗,并进行抗火疫病试验;美国对种质资源的引种记录极为详细,现在仍可以查阅到当时的每一批次豆梨引种资料档案<sup>[20]</sup>。美国人获得了优良的嫁接砧木,同时,对豆梨观赏价值进行开发,选育观赏品种。美国观赏豆梨品种选育材料来源于 Meyer 等从中国收集的约 100 磅种子,1960 年美国农业部由此培育出第 1 个豆梨品种,即 Bradford;至 1977 年,培育出其余 5 个豆梨品种,包括 Redspire、Whitehouse、Aristocrat、Chanticleer 和 Fauriei(由朝鲜豆梨优良单株选育)<sup>[38]</sup>。经过近 100 年的发展,美国已经选育出一系列观赏豆梨品种,截至 2010 年,已选育出 29 个商用品种<sup>[24]</sup>。Culley 等曾对 25 个豆梨品种的选育时间、地点和母本材料进行总结,但近半数品种的母本材料并不清楚(品种来自于对优良个体的选择),6 个品种由播种苗中选育而来,7 个品种由豆梨或豆梨品种与其他已知或未知的梨属植物杂交获得,豆梨所选育出的第 1 个品种 Bradford 则是美国从 1919 年由我国南京所购买的种子繁殖苗中选育出的<sup>[20]</sup>。

我国作为豆梨的原产地,已经逐渐发现豆梨的观赏价值,并从美国反向引进一些观赏豆梨品种,据可查文献,现已引进 10 余个品种,主要为山东省内引进的 Bradford、Aristocrat、Autumn Blaze、Capital、Chanticleer、Cleveland Select、New Bradford、Redspire、Trinity 等品种<sup>[39-41]</sup>;2011 年,笔者所在课题组将 Autumn Blaze、Glens Form、Redspire、Fauriei、Bradford、Jaczam 等 6 个品种由美国成功引入江苏省内。目前,通过我国官方认定的豆梨品种仅有 2 个,即 2011 年 12 月由山东省林木品种审定委员会认定的捶尼缇豆梨(鲁 R-SV-PC-006-2011)和克里弗兰豆梨(鲁 R-SV-PC-007-2011),但这 2 个品种仅能作为美国选育的 Trinity 和 Cleveland Select 品种的引种驯化品种被认定。

我国作为豆梨原产地,野生资源相对丰富,具有开展品种选优的资源优势,且豆梨种内和种间杂交较为容易,具有开展自然杂交或人工杂交育种的潜力,通过对子代的选择可以获得大量不同的基因型。我国应加大品种选育的力度,育种目标可以分别定位于观赏品种、材用品种、食用或药用品种,充

分发掘资源优势,选育优良品种,满足现代林业发展需要。

## 7 结语

豆梨作为我国原产梨属树种,且为较原始类型,具有多种利用价值,值得深入研究并开发推广。豆梨适应性较强,曾在我国黄河以南区域大面积天然分布,但近年来随着资源人为破坏严重,野生豆梨数量急剧下降,种群缩减严重,亟待加强保护。豆梨具有优良的观赏价值,早春白花怒放、秋季彩叶灿烂,适应性强、易于繁殖,尤其,美国选育出一系列观赏品种,使得其极具商业开发潜力。我国在加强豆梨种质资源保护和优良品种引进的同时,应加大自我资源的开发力度,选育出更加丰富的豆梨品种,满足社会需求。

## 参考文献:

- [1] Swearingen, J, Slattery B, et al. Plant invaders of Mid - Atlantic natural areas [M]. 4th ed. Washington D C: National Park Service and US Fish and Wildlife Service, 2010: 168.
- [2] 滕元文, 柴明良, 李秀根. 梨属植物分类的历史回顾及新进展 [J]. 果树学报, 2004, 21 (3): 252 - 257.
- [3] Rubtsov G A. Geographical distribution of the genus *Pyrus* and trends and factors in its evolution [J]. American Naturalist, 1944, 78 (777): 358 - 366.
- [4] 菊池秋雄. 果树園藝學: 上卷 [M]. 东京: 養賢堂, 1948.
- [5] Challics J S, Westwood M N. Numerical taxonomic studies of the genus *Pyrus* using both chemical and botanical characters [J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 1973, 67 (2): 121 - 148.
- [6] 江先甫, 初庆刚, 张长胜. 中国梨属植物的分类和演化 [J]. 莱阳农学院学报, 1992, 9 (1): 18 - 21.
- [7] 黄敏, 武绍波. 云南梨属植物及栽培梨的起源与演化 [J]. 北方园艺, 2012 (20): 172 - 175.
- [8] 蒲富慎, 林盛华, 陈瑞阳, 等. 中国梨属植物核型研究 II [J]. 园艺学报, 1986, 13 (2): 87 - 90.
- [9] 姚宜轩, 许方. 我国梨属植物花粉形态观察 [J]. 莱阳农学院学报, 1990, 7 (1): 1 - 8.
- [10] 刘晶. 中国豆梨与川梨的遗传多样性和群体遗传结构研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [11] Iketani H, Yamamoto T, Katayama H A, et al. Introgression between native and prehistorically naturalized (archaeophytic) wild pear (*Pyrus* spp.) populations in Northern Tohoku, Northeast Japan [J]. Conservation Genetics, 2010, 11 (1): 115 - 126.
- [12] Li Y, Cheng Z, Smith W A, et al. Invasive ornamental plants: problems, challenges, and molecular tools to neutralize their invasiveness [J]. Critical Reviews in Plant Sciences, 2004, 23 (5): 381 - 389.
- [13] 沈孝善. 关于豆梨种子萌发的研究 [J]. 贵州农业科学, 1987 (1): 18.
- [14] 张华新, 刘正祥, 刘秋芳. 盐胁迫下树种幼苗生长及其耐盐性 [J]. 生态学报, 2009, 29 (5): 2263 - 2271.
- [15] 张华新, 宋丹, 刘正祥. 盐胁迫下 11 个树种生理特性及其耐盐性研究 [J]. 林业科学研究, 2008, 21 (2): 168 - 175.
- [16] 陈长兰, 龚欣, 贾敬贤. 梨树野生砧木的抗盐性和抗旱性鉴定初报 [J]. 作物品种资源, 1996 (4): 32 - 33.
- [17] 唐明, 吴建祥, 高季平, 等. 豆梨和杜梨叶片多胺代谢与高温胁迫关系的探讨 [J]. 扬州大学学报: 农业与生命科学版, 2012, 33 (2): 73 - 77.
- [18] 陆新敏, 朱霞, 赵辉, 等. 休眠解除剂对梨属植物叶芽休眠的影响 [J]. 扬州大学学报: 农业与生命科学版, 2011, 32 (2): 77 - 80.
- [19] 周敏敏. 梨砧木休眠过程中多胺代谢及相关生理生化指标的研究 [D]. 扬州: 扬州大学, 2008.
- [20] Culley T M, Hardiman N A. The beginning of a new invasive plant: A history of the ornamental Callery pear in the United States [J]. Bioscience, 2007, 57 (11): 956 - 964.
- [21] 郑龙海. 豆梨 [J]. 国土绿化, 2003 (5): 43.
- [22] Culley, M T, Hardiman N A. The role of intraspecific hybridization in the evolution of invasiveness: A case study of the ornamental pear tree *Pyrus calleryana* [J]. Biological Invasions, 2009, 11 (5): 1107 - 1119.
- [23] Swearingen J, Reshetiloff K, Slattery B, et al. Plant invaders of Mid - Atlantic natural areas [M]. Washington D C: National Park Service and US Fish and Wildlife Service, 2002.
- [24] Hardiman N A, Theresa M C. Reproductive success of cultivated *Pyrus calleryana* (Rosaceae) and establishment ability of invasive, hybrid progeny [J]. American Journal of Botany, 2010, 97 (10): 1698 - 1706.
- [25] Vincent M A. On the spread and current distribution of *Pyrus calleryana* in the United States [J]. Castanea, 2005, 70 (1): 20 - 31.
- [26] 刘旭辉, 姚丽, 覃勇荣, 等. 豆梨多糖提取工艺条件的初步研究 [J]. 食品科技, 2011, 36 (3): 159 - 163.
- [27] 伍国明, 伍芳华. 豆梨发酵果酒工艺研究 [J]. 中国酿造, 2012, 31 (8): 162 - 165.
- [28] 向灵, 刘进平, 樊卫国. 贵州野生梨砧木种子解除休眠的低温需求 [J]. 山地农业生物学报, 2000, 19 (3): 185 - 188.
- [29] 邱玉宾, 王成金, 考尚文, 等. 北美豆梨嫁接技术研究 [J]. 山东农业科学, 2014, 46 (10): 54 - 56.
- [30] 包建平, 张绍铃, 成希, 等. 豆梨和榉梓种子生活力的快速测定 [J]. 种子, 2010, 29 (2): 119 - 122.
- [31] 王贵元, 崔琳. 不同基质配比对盆栽豆梨实生苗生长的影响 [J]. 贵州农业科学, 2013, 41 (3): 132 - 134.
- [32] Gilliam C H. “Bradford” 梨的嫩枝扦插繁殖 [J]. 张运涛, 译. 国外农学: 果树, 1989 (2): 13 - 16.
- [33] 李晓刚, 王宏伟, 杨青松, 等. 豆梨低玻璃化组培快繁技术 [J]. 江苏农业科学, 2012, 40 (12): 54 - 56.
- [34] 陶爱群, 谢深喜, 姜小文, 等. 豆梨子叶再生体系的建立 [J]. 经济林研究, 2009, 27 (4): 52 - 56.
- [35] 王宏伟, 李晓刚, 蒯经, 等. 豆梨试管苗组培快繁影响因素研究 [J]. 江苏农业科学, 2011, 39 (5): 60 - 62.
- [36] 李晓刚, 王宏伟, 杨青松, 等. 豆梨辐照效应研究 [J]. 江苏农业科学, 2010 (5): 220 - 221.
- [37] 刘松瑜. 豆梨遗传转化体系的建立及转基因植株增殖生根研究 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2009.
- [38] Santamour F S, 杨克钦. 用过氧化物酶同工酶谱型鉴定豆梨品种 [J]. 烟台果树, 1983 (2): 41 - 44.
- [39] 白玉, 相龙琴. 观赏梨新品种‘克里弗兰’选育 [J]. 山东林业科技, 2014 (4): 51.
- [40] 尹燕雷, 苑兆和, 张艳芳. 美国的观赏梨品种 [J]. 落叶果树, 2006, 38 (2): 49 - 50.
- [41] 邱玉宾, 赵庆柱, 杨志莹, 等. 北美豆梨引种试验 [J]. 林业科技开发, 2014, 28 (1): 91 - 94.