

欧洲鹅耳枥繁殖技术研究

祝遵凌^{1,2}, 许圆圆¹

(1. 南京林业大学风景园林学院, 南京 210037; 2. 南京林业大学艺术设计学院, 南京 210037)

摘要: 欧洲鹅耳枥为欧美著名彩叶树种, 园林绿化应用十分广泛。本文对欧洲鹅耳枥的繁殖技术包括有性繁殖、扦插、嫁接、组培等方面内容进行了综述, 为欧洲鹅耳枥在我国的引种与应用提供科学依据。

关键词: 欧洲鹅耳枥; 繁殖; 研究进展

中图分类号: S792.159

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2012)01-0088-04

Research on *Carpinus betulus* reproduction

ZHU Zun-ling^{1,2}, XU Yuan-yuan¹

(1. College of Landscape Architecture, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037;

2. College of Arts & Design, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract: As an excellent ornamental colored-leaf tree in Europe and America, *Carpinus betulus* is widely applied in landscaping. In order to provide some reference for the comprehensive introduction and application of *Carpinus betulus*, this paper reviewed the investigation status of *Carpinus betulus* reproduction from the seeding, cutting, grafting and tissue culture.

Key words: *Carpinus betulus*; reproduction; progress of research

欧洲鹅耳枥, 又名西洋千金榆。为桦木科 (Betulaceae) 鹅耳枥属 (*Carpinus*) 植物。学名 *Carpinus betulus*, 英文名称 European hornbeam, 意为“欧洲角木”。因其木材坚硬, 在欧洲也被称为“铁木”。其树冠丰满、枝叶浓密、质地细腻、色彩季相变化丰富。春季, 花叶同放, 嫩绿色的幼叶衬出黄色的雄花和绿色的雌花; 夏季, 浓绿; 秋季, 叶片慢慢变黄并向桔色转变, 果实苞片也由黄色变为褐色。因此在欧美许多国家和地区作为行道树、庭院树广泛种植应用。我国是植物资源大国, 但用于园林绿化的优良彩叶树种较少, 从国外引种彩叶植物资源将有利于丰富我国城市园林植物景观。因此, 了解欧洲鹅耳枥的国内外繁殖研究动态, 有利于我国成功的引种欧洲鹅耳枥, 对改善、美化城市环境具有积极意义。为此, 作者对欧洲鹅耳枥繁殖技术研究现状进行综述。

1 欧洲鹅耳枥简介

1.1 生物及生态学特性

落叶乔木。高 12~24 m, 冠幅可达 10~12 m。慢生树种, 10 a 内约生长 3 m, 幼树树冠塔形, 随后渐变为椭圆形, 成熟时近圆形^[1-2]。树皮光滑, 暗灰色, 有流线型条纹和突起。单叶互生, 先端尖、长卵圆形, 约 6.5~13 cm, 缘有锯齿, 叶面有光泽, 羽状脉整齐、明显, 叶绿色, 秋季黄色, 冬季枯而不落。雌雄同株, 柔荑花序下垂, 环生叶状苞片, 花期 3~4 月, 黄色, 不明显。小坚果, 果期 9~10 月^[3-4]。适应性强, 但喜阳光充足、肥沃、湿润、排水良好的土壤。多生于较湿润的低海拔及中海拔的山坡及河谷地, 贫瘠的石质山坡亦能生长。

1.2 地理分布及栽培历史

原产于约 5000 年前的欧洲中部地区^[5-6], 广泛分布于欧洲、西亚和英格兰东南部, 是欧洲原始森林中重要的次生林树种。

欧洲鹅耳枥的栽培历史极为悠久, 1800 年前已有栽培记录, 深受人们喜爱^[7]。北美已有长期的栽培历史, 广泛应用于园林、道路绿化。我国上海、芜湖等地也已经有引种栽培的报道。但数量较少, 多为大规格商品绿化苗木, 尚为进行系统的引种驯化及适应性研究。

1.3 品种

欧洲鹅耳枥树形优美, 观赏价值较高, 曾获得过英国皇家园艺学会奖杯^[8]。同时, 欧美园艺学家还选育了众多园艺品种, 其中许多品种为著名的行道树及庭院树种。其著名栽培变种有: 冠窄呈圆柱形的‘倾斜’欧洲鹅耳枥(*Carpinus betulus* ‘fastigiata’), 枝条下垂的‘垂枝’欧洲鹅耳枥(*Carpinus betulus* ‘Vienna Weeping’)及嫩叶略带紫色的‘紫叶’欧洲鹅耳枥(*Carpinus betulus* ‘purpurea’)等^[3-4]。

2 欧洲鹅耳枥繁殖研究

2.1 播种繁殖研究

欧洲鹅耳枥主要通过种子繁殖。种子为卵圆形坚果, 外部覆有呈 3 裂状的苞片^[9-10]。种子寿命约为 10~30 a, 结实产量有大小年现象, 间隔期为 1~2 a, 每 1 kg 含有 28 660 粒种子^[11]。成熟期为夏末至秋季。主要通过风传播, 通常传播距离较近, 也可通过动物传播到远方^[10]。

种子还未完全成熟时就应进行收集工作^[12]。但刚采摘的种子不能干燥, 要层积贮藏 3~4 个月越冬才更利于播种发芽^[13]。Macdonald 研究发现成熟的种子(带有种壳), 需干燥其表面, 平铺成一个薄层进行层积贮藏^[14]。如果保存条件适宜, 欧洲鹅耳枥的种子可保存较长时间。将欧洲鹅耳枥的种子部分干燥至含水率为 8%~10%, 置于密封容器中, 在-3℃条件下可保存至少 5 a^[12]。若含水率为 10%的鹅耳枥属种子在 3℃条件下密封保存, 14 个月将失去活力^[2]。

种子在成熟后, 变的干燥, 其外部会形成一层褐色的坚硬外壳。通过层积处理可以打破这些由外界条件变化引起的休眠现象。通常来说, 欧洲鹅耳枥的种子需要变温处理来打破休眠^[7]。Allen, Blomme 和 Degeter 等报道, 20℃层积 28 d, 3~5℃层积 90~112 d, 种子的发芽率均为 0%; 20℃层积 14 d, 5℃层积 210 d, 及 20℃层积 30 d, 4℃层积 120 d, 发芽率均为 65%^[11,15]。由此可见适当变温处理可以有效的打破欧洲鹅耳枥种子的休眠; 且低温层积时间不少于 4 个月时, 发芽率相对较高。

此外, 国际种子检验协会通过试验测定出欧洲鹅耳枥打破休眠条件: 潮湿环境下, 20℃, 处理 1 个月, 3~5℃, 处理 4 个月^[7]。

经过层积处理的种子的发芽率是很低的, 通常低于 60%, 有时甚至低于 5%^[9]。因此在繁殖前需要进行种子生活力测定。“四唑测定法”能够最为有效的测验欧洲鹅耳枥的种子的生活力^[2,16-18]。将纯度为 97%、健全度为 60%的种子, 在沙土或土壤中, 恒温 20℃培养 70 d, 发芽率为 30%, 第 7 天破土^[10]。

播种时, 要求苗床始终保持湿润, 土壤肥沃, 以便于幼苗能度过极端气候条件。Macdonald 建议在秋季即开始采摘种子, 进行清洗及变温沉积处理, 以便于来年春播^[14]。如果种子收集较晚, 则应该部分干燥, 沉积贮藏, 来年秋播, 或第 3 年春播, 避免种子在土壤中度过 2 年^[10]。

在预先准备好的苗床上, 以 323~431 粒·m⁻²的播种量进行播种, 覆盖 0.6~1.3 cm 土壤^[10]。Macdonald 认为, 条播时, 播种量可为 250 粒·m⁻², 如果作砧木培育时, 播种量可为 150~250 粒·m⁻²^[14]。

秋季播种时, 苗床必须用粗麻袋、草、秸秆等材料覆盖, 直至次年春季里最后一场霜冻^[14], 以防冻害。发芽后, 土壤表面需保持湿润, 在第 1 年内, 苗床要适度遮阴^[10]。苗期需注意除草, Davies 研究认为除草剂及覆盖物的使用可以在很大程度上促进欧洲鹅耳枥的生长^[19]。通过试验得出, 黑色聚乙烯薄板控制杂草生长效果最好, 最有利于幼苗的成长^[20]。

2.2 无性繁殖研究

欧洲鹅耳枥主要通过种子繁殖, 但种子层积历时较长, 且发芽率不甚理想, 因此, 无性繁殖欧洲鹅耳枥的方法受到越来越多的关注^[21]。

2.2.1 扦插繁殖 欧洲鹅耳枥及其一些栽培品种可以进行扦插繁殖, 但其生根困难, 且技术要求较高^[22]。欧洲鹅耳枥茎的木质部为散孔材, 其次生木质部的木质化程度、周皮厚度及内含的石细胞都是影响其扦插生根的重要因素。Maynard, Bassuk 通过对欧洲鹅耳枥进行扦插解剖学研究发现: 次生木质部与韧皮部越宽、周皮越厚、石细胞越多, 其扦插生根能力越弱, 反之亦然^[23]。1991 年, Maynard, Bassuk 对欧洲鹅耳枥“长鞭”进行了扦插繁殖试验研究, 对扦插母株进行黄化、绑扎处理, 取得良好生根效果^[24]。对母株进行黄化与绑扎处理可以延缓次生木质部的木质化及石细胞的形成, 同时减少周皮厚度, 因此利于其扦插生根^[23]。1992 年, Maynard, Bassuk 对欧洲鹅耳枥进一步进行扦插试验, 研究其

母株黄化、绑扎及遮阴对生根能力的影响^[25]。Hansen 也发现遮阴对欧洲鹅耳枥扦插生根有显著影响^[26]。遮阴强度增加, 次生木质部与韧皮部越窄, 生根能力越强^[24-27]。激素处理及插穗采摘时间对扦插生根有较大影响。适当浓度 IBA 处理插穗, 有利于生根。植株萌动后, 插穗采摘时间越早, 生根率及生根数越多, 反之越少。植株萌动后 25 及 60 d 采摘的插穗, 95% 遮阴, 用浓度为 $3.7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 IBA 处理时, 最能促进根的伸长, 得到最佳扦插生根率、生根数^[23-24]。同时进行黄化、绑扎及激素处理的母株上收集的插穗生根率及生根数较高。无任何处理的母株上收集的插穗只能在植株萌动后 4 周内进行扦插才能获得 75% 的生根率。经黄化、绑扎、及生长素处理的母株上收集的插穗, 在萌芽后的 3 个月内进行扦插均能获得 75% 以上的生根率^[23-25]。

插穗剪取的规格为每节长 7~10 cm, 每个插穗保留 3 片叶子, 剪去先端, 经过药剂处理后, 装入袋中, 在扦插前, 放在 5°C 条件下储存 1 h。插穗入土深度约为 2 cm, 基质配比为 1 份泥炭: 2 份珍珠岩。扦插完成后, 将其置于温度为 $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 温室内培养, 保持环境湿润, 每 8 min 给予 6 s 的喷雾灌溉, 持续时间为每天早上 6:00 到下午 8:30。每天需给予 16 h 光照, 但需用遮阳网遮阴, 遮阴梯度为 50%^[23]。

2.2.2 组织培养 1990 年, Chalupa 成功的利用欧洲鹅耳枥的茎为初始外植体快繁出欧洲鹅耳枥植株, 同时研究了不同培养基、植物激素种类及配比对欧洲鹅耳枥组培的影响^[28-30]。

附加以低浓度的细胞分裂素及生长素的 WPM、QL 及 DKW 培养基可以有效促进不定芽的形成和分化, 2~3 周内可形成不定芽, 5~6 周后芽可生长至 10~25 mm; 低浓度的 BAP ($0.1\sim 0.2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 更有利于不定芽的形成与分化, 高浓度的 BAP 或 BPA ($0.6\sim 1.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 促进不定芽的形成, 但不定芽生长缓慢且较短; 低浓度的 TDZ ($0.001\sim 0.005 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 能够有效促进不定芽的形成与分化。TDZ ($0.001\sim 0.002 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)、BAP 或 BPA ($0.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)、IBA ($0.1\sim 0.2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) 最有利于不定芽的形成与分化^[30]。

GD 和 WPM 培养基附加以浓度为 $0.2\sim 0.5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 IBA 或 NAA 及生长素可以有效促进不定芽生根。Chalupa 试验中所测试的各类型的培养基均获得 72%~96% 的生根率。低浓度的生长素促进根的形成与伸长^[30]。

不定芽生根以后, 需进行移栽。将生根植株移栽到含有基质的盆内, 基质配比为 1 份土: 1 份泥炭: 1 份珍珠岩, 在高湿度下培养 2~3 周, 成活率

为 74%~92%。5 月到 6 月时, 移栽到大田炼苗, 需部分遮阴。顺利度过无霜期后, 在第 5 个生长期时植株可达到 85~130 cm 高, 显示无异常生长状况^[30]。

2.2.3 嫁接繁殖 欧洲鹅耳枥可以通过嫁接繁殖, 其中一些优良的栽培品种也主要通过嫁接繁殖来获得, 如‘倾斜’欧洲鹅耳枥(*Carpinus betulus* ‘fastigiata’)及‘垂枝’欧洲鹅耳枥(*Carpinus betulus* ‘Vienna Weeping’) ^[13-14]。

通常以生长健壮、树形优美抗性强、无病虫害的优质栽培变种枝条为接穗, 以普通实生欧洲鹅耳枥为砧木, 要求砧木生长健壮、无病虫害、无机械损伤, 也可以以本属其他物种为砧木, 嫁接时间一般为每年的 9 月或 1~2 月为佳^[13-14]。砧木裸根或盆栽, 嫁接方式一般有插皮舌接等。

一年生移栽实生苗作为砧木使用, 植株根系生长发达, 易成活且生长状况良好。经实验发现, 二年生移栽苗作为砧木嫁接欧洲鹅耳枥, 根系较一年生少, 但植株长势较好^[14]。

目前, 欧美国家对欧洲鹅耳枥的研究处于较为领先的水平, 无论是繁殖研究、生理生化研究及地理分布研究等都已取得众多成果。我国尚未见有关欧洲鹅耳枥的研究报道, 较为缺憾。

3 展望

中国园林建设迅速发展, 彩叶植物成为园林新宠。欧洲鹅耳枥作为欧美著名彩叶树种, 其优美树形、栽培品种众多、色彩绚烂, 在园林建设中, 可快速形成大面积的群体景观, 极大的丰富我国单调的园林色彩, 弥补我国城市淡花季节色彩匮乏的缺憾, 应用前景十分广阔。同时因其适应性较强、较抗寒、喜钙、抗风能力强、少病虫害, 为我国华东、华中、华北地区和沿海城市绿化及荒山造林理想树种。

因此, 科学的引种驯化国外优良欧洲鹅耳枥种质资源, 学习国外先进的繁殖技术手段, 对于丰富我国园林绿化植物资源, 十分有意义。

参考文献:

- [1] Dirr M A. Manual of woody landscape plants [M]. Champaign, IL: Stipes Publishing, 1900.
- [2] Suszka B, Muller C, Bonnet-Masimbert M. Seeds of forest broad-leaves: from harvest to sowing [M]. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1998.
- [3] 国家林业局国有林场和林木种苗工作总站. 世界园林乔灌木[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004.
- [4] 钱又宇, 薛隽. 世界著名观赏树木 100 种[M]. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2006.

- [5] Huntley B, Birks H J B. An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago [M]. London: Cambridge University Press, 1983.
- [6] Ralska-Jasiewiczowa M, Miotk-Sapiganowicz G, Zachowica Jlatalowa M, et al. *Carpinus betulus* L.-Hornbeam[C]/Ralska-Jasiewiczowa M, Wasylkowa K, Tobolski K, et al. Late glacial and holocene history of vegetation in Poland based on isopollen maps. Kraków: Polish Academy of Sciences, 2004: 69-78.
- [7] Paula M. *Carpinus* L. The woody plant seed manual [M]. Washington, D.C: USDA Forest Service, 2008: 328-332.
- [8] 嘉颖. 漫话鹅耳枥[J]. 花木盆景, 2002(10):62.
- [9] Metzger F T. *Carpinus caroliniana* Walt [M]/Burns R M, Honkala B H. Silvics of North America (Volume 2), Hardwoods. Washington, D.C: USDA Forest Service, 1990: 179-185.
- [10] Rudolf P O, Phipps H. *Carpinus*[C]/Schopmeyer C S. Seeds of woody plants in the United States. Washington, D.C: USDA Forest Service, Agric Handbk, 1974: 266-268.
- [11] Allen D H. 1995. Personal communication. Sandwich, MA: FW Schumacher.
- [12] Bugala W, ed. Grab zwyczajny: *Carpinus betulus* L [C]// Nasze Drzewa Leśne [in Polish: chapter summaries in English]. Monogr. Pop. 9. Kornik, Poland: Polish Academy of Sciences, Institute of Dendrology. 1993, 352.
- [13] Hartmann H T, Kester D E, Davies F T. Plant propagation: principles and practices Englewood Cliffs[M]. NJ: Prentice Hall, 1990.
- [14] Macdonald B. Practical woody plant propagation for nursery growers [M]. Portland: Timber Press, 1986.
- [15] Blomme R, Degeyter L. Problemen bij de kieming van zaden van *Carpinus betulus* (Haagbeuk)[J]. Verbonds-nieuws voor de Belgische Sierteelt, 1977, 21(13):429-432.
- [16] Chavagnat A. The use of topographical tetrazolium tests to determine the seed viability of ornamental trees and shrubs [J]. L'Horticulture Francaise, 1978, 95: 3-6.
- [17] Gordon A G, Gosling P, Wang B S P. Tree and shrub seed handbook [M]. Zurich: International Seed Testing Association, 1991.
- [18] International Seed Testing Association. International rules for seed testing. Rules 1993[J]. Seed Science & Technology 21, Supplement, 1993: 1-259.
- [19] Davies R J. A comparison of the survival and growth of transplants, whips and standards with and without chemical weed control[M]. Arboricult. Res. Note 67. Surrey: UK Department of the Environment. 1987: 5
- [20] Davies R J. Sheet mulching as an aid to broadleaved tree establishment: 1. The effectiveness of various synthetic sheets compared[J]. Forestry (Journal of the Institution of Chartered Foresters, London), 1988, 61(2): 89-105.
- [21] Chalupa V. Micropropagation of hornbeam (*Carpinus betulus* L.) and ash (*Fraxinus excelsior* L.)[J]. Biologia Plantarum, 1990, 32(5): 332-338.
- [22] Dirr M A, Heuser C W Jr. The reference manual of woody plant propagation: from seed to tissue culture [M]. Athens, GA: Varsity Press. 1987.
- [23] Maynard B K, Bassuk N L. Effects of stock plant etiolation, shading, banding, and shoot development on histology and cutting propagation of *Carpinus betulus* L. fastigiata[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1996, 121(5): 853-860.
- [24] Maynard B K, Bassuk N L. Stock plant etiolation and stem banding effect on the auxin dose response of rooting in stem cuttings of *Carpinus betulus* L. 'Fastigiata' [J]. Plant Growth Regulation, 1991, 10: 305-311.
- [25] Maynard B K, Bassuk N L. Stock plant etiolation, shading, and banding effects on cutting propagation of *Carpinus betulus*[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science 1992, 117(5): 740-744.
- [26] Hanse J. stock plant light and adventitious root formation [J]. HortScience, 1987, 22: 746-749.
- [27] Maynard B K, Bassuk N L. Stock plant etiolation and blanching of woody plants prior to cutting propagation [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1987, 112(2):273-276.
- [28] Chalupa V. European hardwoods[C]/Bor-GA J M, Duizat D J. Cell and tissue culture in forestry (Volume 3). Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1987: 224-246.
- [29] Chalupa V. Micropropagation of mature trees of birch (*Betula pendula* ROTH.) and aspen (*Populus tremula* L.)[J]. Lesnictvi, 1989, 35: 983-993.
- [30] Chalupa V. Micropropagation of Hornbeam (*Carpinus betulus* L.) and Ash (*Fraxinus excelsior* L.)[J]. Biologia Plantarum (prana), 1990, 32 (5): 332-338.