

## 榆树繁育技术及抗逆性研究进展

唐凌凌,教忠意\*

(江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153)

**摘要:**文章对榆树在繁殖、栽培与管理、抗性生理和综合应用等方面的研究现状进行了总结和分析,并提出了今后研究与开发利用的方向。

**关键词:**榆树;繁育技术;抗逆性;抗污染;抗盐;抗旱

**中图分类号:**S792.19 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2016.06.012

榆树(*Ulmus pumila* L.)为榆科榆属落叶乔木,又名榆、白榆、家榆、钱榆、钻天榆等,分布于中国东北、华北、西北、西南各省区,以及朝鲜、前苏联、蒙古等地<sup>[1]</sup>。植物化石和孢子粉资料显示,新生代第三纪时,我国即有榆树生存繁衍<sup>[2]</sup>。古代文献《诗经》、《管子》、《尔雅》、《群芳谱》和《汉书》等也都有对它的记载<sup>[3]</sup>。江苏滩涂面积约占全国的1/4,扣除侵蚀部分,每年的淤涨面积在1 330 hm<sup>2</sup>以上,是继续推进绿色江苏建设的主战场。受立地条件限制,选择适生耐盐碱树种,及培育良种以用于造林绿化,成为江苏今后一个时期林业科研的重要任务。榆树生长速度快,材质优良,是我国主要造林树种之一,也可供食用、药用、雕刻及工业用;又因其对中度盐碱土壤具有较强的适应性,而被广泛用于适生地区的盐碱土植被恢复,在江苏沿海造林绿化中应用前景广阔<sup>[4-10]</sup>。近年来,相关学者在榆树的繁殖、栽培与管理、抗性生理和综合应用等方面都开展了一系列研究,本文将其主要研究进展综述如下,以期今后的相关研究提供参考。

### 1 繁殖研究

榆树结实量大,采收及播种繁殖容易,但优良无性系的繁育需要通过扦插、嫁接或组织培养等方式来实现,为此很多学者对榆树的繁殖进行了研究和探索。榆树花果期3—6月,4—6月翅果(种子)成熟,从盛花期到种子成熟约40 d<sup>[11]</sup>。当翅果由绿色变为浅黄色或黄白色时即可采集。培育实生苗

应选择15—30年生健壮母树,采用人工震落、承接收集和成熟撒落地面后扫集等方式采集果实,每公斤翅果12至16万粒,宜随采随播,发芽率65%—85%<sup>[12]</sup>。如果不能及时播种,应清除杂物后,放置于阴凉通风处阴干后密封贮藏,发芽率可保持近2 a<sup>[13]</sup>。选择地势平坦、排水良好、土层深厚的沙壤土或壤土,且含盐量小于0.1%的立地作床<sup>[14]</sup>。播种常采用条播形式,行距15—20 cm,覆土厚度0.5—1 cm,每公顷用种量37.5—45 kg<sup>[15]</sup>。榆树硬枝扦插不易生根成活,采用全光照嫩枝扦插技术,并用2×10<sup>-6</sup>的ABT生根粉处理30 min,其生根率可达99%;10月中旬半硬枝扦插,5×10<sup>-6</sup>的NAA溶液速蘸10 s或浸泡10—20 min,其生根率可达88%<sup>[16-17]</sup>。吕占江等<sup>[18]</sup>认为,4月中下旬地温在18℃左右时,选用2年生一级壮苗做砧木,采用袋接方法,嫁接成活率可逾92%。在榆树微体快速繁殖方面,王静华等研究发现,榆树最适增殖培养基为MS+0.1 mg/L 6-BA+0.005 mg/L IBA,叶片再生最适培养基为MS+0.005 mg/L TDZ+0.005 mg/L IAA,最适生根培养基为MS+0.01 mg/L IBA,但玻璃苗发生率高,叶片再生能力弱<sup>[19]</sup>。李天珍等<sup>[20]</sup>研究了糖和无机氮源对榆树组织培养时新梢、不定根形成的影响,认为含高质量浓度蔗糖的培养基比低质量浓度蔗糖的培养基新梢生根率高,即糖/氮比值高有利于榆树生根。目前,榆树组织培养体系并不完全成熟,依然存在外植体经常褐变,以及继代培养中玻璃化苗、白化苗成因和克服方法尚未明确等

收稿日期:2016-11-01;修回日期:2016-11-19

基金项目:江苏省林业三新工程项目“耐盐速生白榆无性系区域试验及培育技术研究”(LYSX[2015]06)

作者简介:唐凌凌(1982-),女,上海嘉定人,硕士。主要从事植物抗逆优良品种选育和园林植物栽培与利用研究。

\*并列第一作者:教忠意(1978-),男,辽宁凤城人,副研究员,硕士。主要从事园林植物遗传育种和景观生态研究。

问题<sup>[21]</sup>。

## 2 栽培与管理

栽培与管理是榆树育苗和营林过程中不可或缺的过程。管理的到位与否,直接关系到榆树的生长。榆树实生苗长到 2—3 片真叶时需开始间苗补苗;待苗高 10—15 cm 时需定苗并摘除侧芽;株距 8—15 cm 时,留苗量应为  $(1.5—2.25) \times 10^5$  株/hm<sup>2</sup><sup>[14, 22]</sup>。幼苗生长发育当年灌水 3—6 次,除草松土 3—5 次,间苗定苗 2 次,抹芽 3—4 次,追肥 1—2 次。当年生苗高 50—80 cm,地径 0.5 cm 左右即可出圃<sup>[23]</sup>。榆树造林密度应根据立地条件和林种而定。“四旁”植树宜采用 3 年生大苗;营造片林可选用 2—3 年生苗木,株行距 2 m×3 m 或 3 m×4 m,考虑复合经营可适当放宽行距,栽植穴规格一般为 50 cm×50 cm×50 cm<sup>[24]</sup>。造林后应及时开展除草松土、培土、施肥、浇水、抹芽、修枝、病虫害控制等田间管理工作。榆树主要病害是立枯病、溃疡病等,可喷施 50% 多菌灵可湿性粉剂 1 500 倍液或 75% 百菌清可湿性粉剂 500 倍液防治<sup>[25-27]</sup>。虫害主要有榆紫金花虫、黑绒金龟子、榆天社蛾、芳香木蠹蛾和榆毒蛾等。上述虫害可分别用 90% 敌百虫 800—1 000 倍液、50% 敌敌畏乳液 800—1 000 倍液、50% 倍硫磷 400—500 倍液、50% 杀螟松乳剂 800—1 000 倍液等喷杀,同时可结合诱虫灯的使用,以减少农药残留<sup>[28]</sup>。

## 3 抗性研究

### 3.1 抗盐性

榆树具有较强的耐盐碱能力,是盐碱地造林的重要树种。目前,围绕榆树耐盐机理、耐盐能力评价及品种的筛选等方面开展了大量研究。榆树种子具有一定的耐盐性,在萌发过程中能够忍受盐浓度 100 mmol/L,只有当盐胁迫达到一定程度时,其种子的萌发才会受影响,且随盐胁迫程度的增大,发芽率和发芽指数呈下降趋势,平均发芽时间逐渐延长<sup>[29]</sup>。一些研究表明,榆树可通过控制叶片中淀粉含量从而调节可溶性糖含量,来维持渗透平衡,增加抗盐性<sup>[30]</sup>。Song 等<sup>[31]</sup>研究发现,一定浓度范围的盐胁迫下,榆树叶片电解质相对外渗率上升趋势缓慢,其细胞质膜对盐离子伤害有较强抗性。实验室沙培条件下,200 mmol/L 及以下的盐胁迫对榆树幼苗影响不大,300 mmol/L 高盐胁迫下榆树叶片

含水量下降、细胞膜透性及膜脂过氧化程度增大,Na<sup>+</sup> 和 Cl<sup>-</sup> 含量较高,且优先积累于老叶和成熟叶片中,随着盐浓度的增加,叶片中叶绿素含量呈下降趋势,光合作用能力降低<sup>[9]</sup>。榆树能在轻度盐胁迫条件下,通过下调气孔导度等方式,进行自我保护,从而降低盐胁迫对自身的伤害;在高浓度盐胁迫条件下,主要通过 Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> 聚集的老叶和成熟叶自然脱落来实现避盐的目的。有学者认为榆树可耐土壤含盐量 0.6% 的胁迫强度,也有人认为榆树属中等耐盐树种<sup>[10, 32]</sup>。实验室 NaCl 模拟盐胁迫条件与沿海盐碱立地条件有较大差异,但目前盐碱立地榆树耐盐碱特性的相关研究开展较少。

### 3.2 抗旱性

榆树属于亚低水势忍耐脱水耐干旱树种,在一定水势范围内,能够通过木质部传导阻力来降低木质部的导水率,以及通过增加叶片中束缚水的比重等方式来提高对于干旱胁迫的适应能力<sup>[33-35]</sup>。田间最大持水量 40%—50% 的中度和轻度干旱胁迫,能促进榆树幼苗根系的生长,对其所造成的诸如生物量减少、叶面积和叶绿素的轻微下降等,也能在复水后迅速恢复,但田间最大持水量 25% 的重度干旱胁迫会使其地上部分生物量、叶面积、叶绿素含量大幅下降,且复水后难以恢复到正常水平<sup>[36]</sup>。重度干旱胁迫会使榆树光合色素发生明显降解,质膜透性增大,叶片中可溶性糖和可溶性蛋白含量上升<sup>[37-38]</sup>。王强等<sup>[39]</sup>对沙地白榆等树种在干旱胁迫下的光合生理参数进行了测定和分析,认为供试树种均较耐旱,而作为榆树变种的沙地白榆,净光合速率和气孔导度随干旱胁迫程度的增大呈先增后减趋势,蒸腾速率缓慢减小,其抗旱性优于榆树原种,这与其长期适应干旱环境有关。

### 3.3 抗污染

榆树具有较强的抗污染能力,常用于空气或土壤污染地区的绿化造林。围绕榆树在各类空气和土壤污染条件下的生长、生理反应等方面开展了相关研究。曹军合<sup>[40]</sup>研究了城市污泥对榆树等树种生长的影响,结果显示:榆树在镉含量高达 64.253 mg/kg 的污泥与其他材料混合组成的试验基质中成活率均为 100%,虽苗高和茎粗等生长指标受到一定程度的抑制,但在供试的 8 种植物中表现较优。粉煤灰复田立地条件下,榆树根系能够正常生长发育,且具有生长直、弯曲少的特点,根系量大,粗根较多<sup>[41]</sup>。在煤矸石露天排土场立地条件下,榆树纯

林林下植被多样性指数、均匀度指数、总生物量等指标均表现最优,具有较强的适应能力<sup>[42]</sup>。有研究显示,在重金属元素镉、铅、锌严重污染的环境下,榆树具有较强的重金属富集能力,其综合富集系数达1.218,在供试12个树种中表现最优<sup>[43]</sup>。榆树枝干层次分明,叶片着生密集,对空气中的粉尘具有较强的留滞能力,叶片平均滞尘量可达1.894 7 g/m<sup>2</sup><sup>[44]</sup>。童贯和<sup>[45]</sup>研究认为,SO<sub>2</sub>大气污染会造成榆树叶片中叶绿素含量和可溶性糖含量的下降,但在所有供试树种中其下降幅度最小,对SO<sub>2</sub>污染抗性最强。

#### 4 综合利用研究

榆树用途较为广泛,在人民群众生产生活中发挥了重要作用。榆树木材的边材窄,淡黄褐色,心材暗灰褐色,纹理直,结构略粗,气干密度0.434—0.644 g/cm<sup>3</sup>,体积干缩系数0.429%—0.564%,静曲强度60.5—109.5 MPa,弹性模量6 013.5—9 521.4 MPa,顺纹抗压强度33.4—60.3 MPa,端面硬度34.5—66.2 MPa,抗冲击强度40.5—115.3 kJ/m<sup>2</sup>,可供家具、车辆、农具、器具、桥梁、建筑等用<sup>[46]</sup>。榆木也可制作胶合板,其pH值5.716—6.853,碱缓冲容量18.2—28.9 mL,调胶工艺配比比较为关键<sup>[47]</sup>。榆树枝丫燃烧时间长,发热量大,是较好的薪炭材;枝条柔软有韧性,常用于编织筐篮等;木段富含纤维素、半纤维素、糖类和无机盐,可用作培养香菇和木耳的饵料<sup>[48]</sup>。榆树叶片干物质、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维占比分别达88.10%,15.12%,4.90%,9.43%,营养成分较为全面,是优质的禽畜饲料<sup>[49]</sup>。榆树皮内含淀粉及粘性物质,可磨成粉,掺合面粉中食用,并用作制醋原料;枝皮纤维坚韧,可制作绳索、麻袋或作人造棉、造纸原料。未成熟的果实富含蛋白质、糖类、脂肪和胡萝卜素等,以及多种微量元素,可炒食或作为馅料;老果含油25%,可供医药和轻、化工业用。树皮、叶、翅果均可入药,能安神、利小便。叶可作土农药,煎水喷洒,能防治棉蚜。榆树分布范围广,生长速度快,是西北荒漠、华北及淮北平原和丘陵,以及东北荒山、砂地、滨海盐碱地造林的重要树种和“四旁”绿化树种。此外,因其树型美观,果实繁茂,且能有效吸滞粉尘、富集重金属污染物质,常用于园林及污染区、排土场等绿化和植被恢复。

#### 5 展 望

榆树分布及栽培范围广,适应性强,易于繁殖,是一个集工业用材、环境保护、景观绿化和资源开发为一体的多功能优良树种,开发利用潜力大。目前,对榆树的研究主要集中于繁殖和营林等领域,对其在良种选育、用材和生理生态等方面的研究还相对较少。利用目标树种及其良种耐盐碱、耐干旱、耐水涝、抗污染等方面的特性在相关困难立地造林,是解决造林绿化与宜林地相对短缺这一矛盾的有效途径。尤其是在当前江苏沿海造林绿化稳步推进的过程中,充分发挥榆树耐盐、速生的特性,在种质资源收集保存的基础上,深入研究榆树良种选育、快速繁殖、栽培等相关配套技术,同时结合盐碱土壤改良相关技术的应用,推广良种壮苗营建速生丰产林,将有助于江苏沿海地区林木覆盖率的增加和当地农民收入水平的提高。

#### 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志:22卷[M].北京:科学出版社,1998:356-360.
- [2] 关传友.榆树的栽培历史及与之相关的文化现象[J].古今农业,2010,24(2):83-93.
- [3] 李继华.山东榆树栽培历史和现状[J].山东林业科技,1985,15(2):65-67.
- [4] 中国树木志编辑委员会.中国主要树种造林技术[M].北京:农业出版社,1978:568-573.
- [5] 杨淑红,王海波,罗晓雅,等.白榆种质资源收集、保存及利用研究[J].河南林业科技,2012,32(4):18-20.
- [6] 杨丽萍.内蒙古多伦县近60年气候变化及基于榆树轮宽年表的气候相关[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2013.
- [7] 吴丽芝,昭日格,高平升,等.6个白榆种群遗传多样性的RAPD分析[J].干旱区资源与环境,2013,27(11):57-61.
- [8] 王雪飞.浑善达克沙地不同立地榆树疏林植被特征研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2014.
- [9] 孙秋菊.NaCl胁迫对榆树幼苗生长及光合特性的影响[D].济南:山东师范大学,2014.
- [10] 李庆贱,陈志强,时瑞亭,等.白榆家系苗期耐盐碱研究[J].北京林业大学学报,2010,32(5):74-81.
- [11] 韩永志.平原农区白榆播种育苗技术[J].山西林业,2010(5):33-34.
- [12] 王连洲.白榆种子育苗技术[J].林业实用技术,2007(4):27-28.
- [13] 王 山,包玉莲.白榆育苗技术[J].内蒙古林业,2003(6):27.
- [14] 李秀文,姜树新,王玉忠.白榆育苗技术要点[J].河北林业科技,2010(1):87-88.
- [15] 吕秀莲.白榆育苗技术要点[J].中国果菜,2011(6):5.



- [16] 刘本大,尹汝谷,刘书元,等.白榆嫩枝扦插技术[J].林业科技通讯,1994(10):21-22.
- [17] 张明霞,钟长铃,程贯岭,等.白榆半硬枝扦插技术[J].山东林业科技,1991,7(4):24.
- [18] 吕占江,赵玉海.白榆嫁接试验研究[J].林业科技通讯,2000(2):27-29.
- [19] 王静华,侯建生,刘桂林,等.白榆的组织培养与叶片再生研究[J].西北林学院学报,2009,24(5):74-77.
- [20] 李天珍,李保堂,王笑然.糖和氮对白榆组织培养新梢生根的影响[J].山西林业科技,2001,10(4):9-13,18.
- [21] 李 雯,王秀华.几种榆属植物组织培养研究进展[J].森林工程,2013,29(2):41-43,125.
- [22] 张益民.白榆育苗及造林技术[J].农村科技,2010(4):59.
- [23] 徐春梅.白榆树种的育苗及造林技术[J].农村实用科技信息,2014(8):13.
- [24] 刘家胜.白榆的育苗和造林技术[J].养殖技术顾问,2012(1):239.
- [25] 屈秋耘,贾艳梅,郭中华,等.白榆干枯病发生规律的研究[J].西北林学院学报,1999,14(2):45-50.
- [26] 解彩霞,王淑清,王振军,等.榆树溃疡病及其防治技术研究[J].林业科技通讯,1990(10):1-5.
- [27] 杜宝山,赵 健,白永强.白榆生物学特性及育苗技术[J].现代园艺,2011(19):26.
- [28] 王福林,王殿平.绿化树种白榆虫害防治技术[J].中国林副特产,2005,13(4):38.
- [29] 刘炳响,王志刚,杨敏生,等.模拟盐胁迫对白榆种子发芽、出苗及幼苗生长的影响[J].草业学报,2012,21(5):39-46.
- [30] 刘炳响.白榆耐盐差异性研究[D].保定:河北农业大学,2008.
- [31] SONG F N, YANG C P, LIU X M, et al. Effect of salt stress on activity of superoxide dismutase (SOD) in *Ulmus pumila* L. [J]. Journal of Forestry Research, 2006, 17(1):13-16.
- [32] 夏尚光,张金池,梁淑英. NaCl 胁迫对 3 种榆树幼苗生理特性的影响[J].河北农业大学学报,2008,31(2):52-56.
- [33] 李吉跃,张建国.北方主要造林树种耐旱机理及其分类模型的研究(I)——苗木叶水势与土壤含水量的关系及分类[J].北京林业大学学报,1993,15(3):1-10.
- [34] 张硕新,申卫军,张远迎,等.几个抗旱树种木质部栓塞脆弱性的研究[J].西北林学院学报,1997,12(2):1-6.
- [35] 韩蕊莲,侯庆春.三种苗木在不同供水条件下生理适应性及耗水特性研究[J].西北植物学报,1996,16(6):88-91.
- [36] 刘慧佳.水分胁迫下白榆幼苗的生理形态反应[D].长春:东北师范大学,2006.
- [37] 张金池,夏尚光,梁淑英.三种榆树幼苗对水分胁迫的生理响应[J].林业科技开发,2008,22(1):24-26.
- [38] 徐士印.水分胁迫对白榆树种生化特性影响[J].防护林科技,2015,29(4):13-15.
- [39] 王 强,陈存根,钱红格,等.水分胁迫对 6 种苗木光合生理特性的影响[J].水土保持通报,2009,29(2):144-149.
- [40] 曹军合.城市污泥对白榆等 8 种木本观赏植物生长的影响[J].安徽农学通报,2014,20(4):98-100.
- [41] 王文全,王世绩,刘雅荣,等.粉煤灰复田立地上杨、柳、榆、刺槐根系的分布和生长特点[J].林业科学,1994,30(1):25-33.
- [42] 高英旭,杨 影.阜新海州矿露天排土场林下植物多样性及生物量研究[J].辽宁林业科技,2014(5):37-40.
- [43] 栾以玲,姜志林,吴永刚.栖霞山矿区植物对重金属元素富集能力的探讨[J].南京林业大学学报(自然科学版),2008,32(6):69-72.
- [44] 杨金红.新疆奎屯市 17 种落叶树种的滞尘能力研究[J].资源开发与市场,2012,28(3):265-266.
- [45] 童贯和.SO<sub>2</sub> 污染对树木叶片中可溶性糖及叶绿素含量的影响[J].淮北煤师院学报,2002,23(2):55-57.
- [46] 陈志林,田 野,张超英,等.白榆优良无性系木材物理力学性质的主成分分析[J].四川农业大学学报,1998,16(1):140-144.
- [47] 刘彦龙,刘君良,元正龙,等.东北四种榆木材性与胶合性能的研究[J].林业科技通讯,1994(8):16-17.
- [48] 陈金法.白榆的栽培和综合利用[J].中国林副特产,2010(1):48-50.
- [49] 郭 良.河南地区常见树种产叶量及营养成分分析[J].河南畜牧兽医,2007,28(11):31-32.

(上接第 44 页)

### 3.3 地栽技术要点

选择地势平坦无低洼积水的中性及酸性土种植。黏土或者生土等种植地块,种植前宜加入大量有机质,如锯末、碎木片、泥炭及人工基质等,并可加入适量的硫酸亚铁,深翻 50 cm 以上,搅拌均匀。适宜种植的时间(长江以南)为 9 月下旬到春季花前。刚种植 1—2 a 的杜鹃花干旱季节及时补水,后叶片萎蔫时补水即可。花后适度轻剪 2—3 cm 或不剪。病虫害防治主要需于 3—5 月、8—10 月防治红蜘蛛、杜鹃网蝥。

### 参考文献:

- [1] 张长琴.杜鹃花[M].北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [2] 黄茂如.杜鹃花[M].上海:上海科学技术出版社,1998.
- [3] 江泽慧.中国杜鹃花园艺品种及应用[M].北京:中国林业出版社,2008.
- [4] 朱春艳,包志毅,唐宇力.杜鹃花赏析[J].生物学通报,2006,41(6):16-17.
- [5] 何丽斯,李 畅,陈尚平,等.电导率结合 Logistic 方程测定 14 个杜鹃品种的耐热性[J].江苏农业科学,2017(录用待刊).
- [6] 蔡建国,胡本林,涂海英,等.生根剂对 2 个杜鹃花品种扦插生根的影响[J].科技通报,2015,31(9):89-92.