

干旱胁迫对楝树根插幼苗生长和生物量分配的影响

教忠意^{1,2}, 唐凌凌^{1,2*}, 郑纪伟^{1,2}, 黄瑞芳¹

(1.江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153; 2.江苏绿宝林业发展有限公司,江苏 南京 211153)

摘要:以楝树1年生根插幼苗为试验材料,研究模拟自然干旱5,10,15,20 d条件下,干旱胁迫对幼苗生长和生物量分配的规律。结果表明:干旱胁迫初期土壤水分含量的降低在一定程度上促进了其苗高和地径的生长,胁迫0—10 d土壤水分的缺失对地径生长的影响大于对株高生长的影响,15—20 d时则反之;主根长、根幅和株高/主根长比值先升后降,地径/株高比值先降后升,说明楝树幼苗具有为适应胁迫环境提高根系主动吸水能力的适应机制,而根系对于干旱胁迫较株高生长敏感;总生物量先增后减说明干旱胁迫初期,土壤水分的缺失能促进其生物量的积累,但随着胁迫的增强,植株生长发育受到抑制,生长趋势向根系转移,根质量比显著增大;干旱胁迫使幼苗根、茎、叶含水率显著降低,且叶片含水率降幅最大。

关键词:楝树;根插;干旱胁迫;幼苗;生长;生物量

中图分类号:Q945.78;S792.33

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2018.02.004

楝树(*Melia azedarach* L.)为楝科(Meliaceae)楝属的高大落叶乔木,广泛分布于我国黄河以南各省区,以及韩国、日本、印度、斯里兰卡、印度尼西亚和澳大利亚等地,欧洲、美洲有栽培^[1-3]。它生长快,材质优良,驱虫耐腐,抗风,耐盐碱,耐烟尘,根、皮、花、果均可入药,是高效、低毒的广谱生物农药原料之一,又是良好的蜜源植物、工业原料和沿海地区盐碱土植被恢复的优良树种^[4-13]。近年来,针对楝树的研究主要集中于内含物化学成分鉴定、提取物药理分析,以及繁殖、栽培、综合应用和耐盐性评价等方面,对其抗旱性的研究报道极少。作为盐碱土造林绿化的重要树种,楝树在江苏沿海地区育苗和栽植面积逐年扩大,但受气候条件影响,部分年份降雨偏少,天气干旱,对根插苗的成活和生长造成了严重影响。已有研究表明,植物通过不断调整其生长和生物量的分配策略来适应环境变化,从而降低逆境对自身的伤害程度,因此,生长和生物量也就成为表征植物对胁迫适应性的一个重要指标^[14-16]。本试验通过人工设定干旱胁迫时间来模拟自然界持续性干旱的方法,研究1年生楝树根插幼苗在不同干旱胁迫强度下的生长和生物量分配规律,以期

为楝树根插壮苗的生产和优质人工林的培育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2017年4月3日,从江苏省林业科学研究院沿海造林试验站1年生楝树幼苗中,选取生长一致的植株采集根系用于繁殖。4月4日制备根段,根段直径1.5 cm左右,长12 cm左右,上口平剪,下口斜剪。随后将根段扦插于规格为29 cm×30 cm×22 cm(口径×高度×底径)的带底托塑料花盆内,基质为山黄土与细河沙等体积混合物,每盆装土17 kg,每盆扦插1根,插穗上口略高于土面,花盆置于遮雨棚内,正常管理。

1.2 试验方法

6月18日开始进行干旱胁迫处理,干旱处理时间为5,10,15,20 d,以正常浇水为对照,每处理9株苗。处理前测定苗高、地径。处理结束后,测定苗高、地径、主根长、根幅、根鲜质量、茎鲜质量、叶鲜质量、根干质量、茎干质量和叶干质量等10个指标,并计算出苗高增量、地径增量、苗高抑制率、地径抑

收稿日期:2017-09-28;修回日期:2017-11-20

基金项目:中央财政林业科技推广示范项目“沿海困难地新品种及新技术示范推广”([2015]TJS02);中央财政林业科技推广示范项目“苏栎S20等耐盐林木良种速生丰产栽培技术推广”(苏[2016]TG03)

作者简介:教忠意(1978-),男,满族,辽宁凤城人,高级工程师,硕士。主要从事园林植物遗传育种和景观生态研究。

*并列第一作者:唐凌凌(1982-),女,上海嘉定人,工程师,硕士。主要从事园林植物栽培利用和景观生态研究。

制率、地径/株高、株高/主根长、总生物量、根冠比、根质量比、茎质量比、叶质量比、根系含水率、茎含水率、叶片含水率等。苗高、主根长和根幅用不锈钢刻度尺测量,地径用游标卡尺测量,鲜质量和干质量用电子天平测定。计算公式如下:

苗高增量=处理后苗高-处理前苗高;

地径增量=处理后地径-处理前地径;

苗高抑制率=[(对照苗高增量-胁迫处理苗高增量)/对照苗高增量]×100%;

地径抑制率=[(对照地径增量-胁迫处理地径增量)/对照地径增量]×100%;

根冠比=地下部分生物量/地上部分生物量;

含水率(根、茎、叶)=[(鲜质量-干质量)/鲜质量]×100%;

盆土的土壤含水量采用烘干称重法测定并计算,公式为:

土壤含水量=[(原土重-烘干土重)/烘干土重]×100%。结果见图 1。

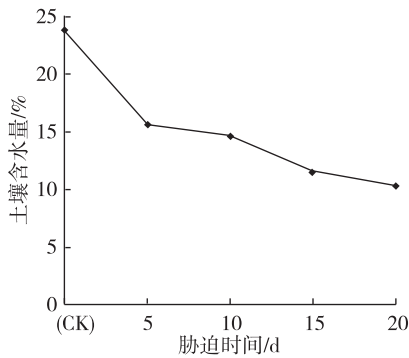


图 1 不同干旱处理的土壤含水量

1.3 统计分析

相关数据处理使用 Excel 和 SPSS Statistics 软件。

2 结果与分析

2.1 不同干旱胁迫强度对幼苗生长的影响

针对供试楝树根插幼苗,干旱胁迫中前期(0—10 d),土壤中水分含量的减少对地径生长的影响显著大于对苗高生长的影响,中后期(10—20 d)则相反(见图 2)。干旱胁迫初期(5 d),苗高和地径抑制率分别为-6.56%和-32.26%,轻度干旱并未使楝树的生长受到抑制,反而促进了生长,且对地径生长的促进作用更为显著。干旱胁迫 5—10 d 苗高和地径生长受抑制情况显现,至于干旱胁迫 10 d 时,苗高

抑制率为 1.85%,而地径抑制率则迅速达到 41.63%。干旱胁迫 10—15 d 土壤水分含量的进一步减少对苗高生长的影响迅速显现,至于干旱胁迫 15 d 时,苗高和地径抑制率较为接近,分别为 55.24%和 58.25%。干旱胁迫 20 d 时,苗高和地径抑制率分别为 82.38%和 72.88%,苗高生长受抑制程度较地径生长更加严重。

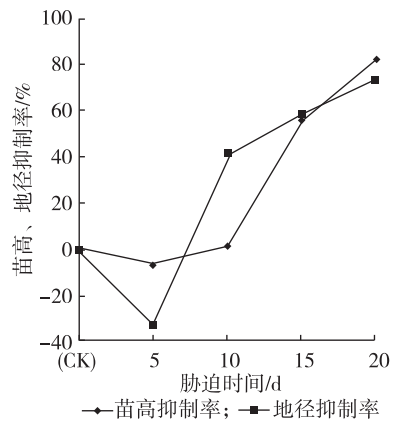


图 2 不同干旱胁迫时长对楝树根插幼苗苗高和地径生长的影响

由表 1 可知,与对照组相比,供试楝树根插幼苗干旱胁迫处理 5、10 d 和 15 d 主根长度的生长无显著差异,而胁迫处理 20 d 则与上述处理差异显著,且受抑制程度较大,与胁迫处理 5 d 达到极显著差异;根系在土壤中分布的幅度在各处理间无显著差异。地径/株高比值在干旱胁迫处理 15 d 后上升,且随胁迫程度的增强而增大,20 d 时达到 0.010 6,并与 CK、5 d、10 d 3 个处理差异显著。各胁迫处理的株高/主根长比值均高于对照组,但彼此间差异不显著。随着胁迫程度的增强,株高/主根长比值呈减小趋势。

2.2 不同干旱胁迫强度对幼苗生物量分配的影响

干旱胁迫 5 d 时,供试楝树幼苗总生物量为 32.84 g,较生物量最少的 20 d 高 43.42%,差异达极显著水平。随干旱胁迫程度加强,根冠比指标先降后升,处理 20 d 时数值最大,并与其他处理和对照组差异达极显著水平。根质量比也为处理 20 d 时数值最大,与其他处理和对照组差异显著。茎质量比和叶质量比处理 20 d 时数值最小,其中茎质量比指标处理 20 d 与处理 15 d 差异显著,但与其他处理和对照组差异不显著;叶质量比指标处理 20 d 与处理 15 d 差异不显著,与其他处理和对照组差异极显著(见表 2)。

表 1 干旱胁迫对楝树根插幼苗生长的影响

处理时间/d	主根长/cm	根幅/cm	地径/株高	株高/主根长
CK	42.48±8.43 aAB	18.71±4.07 aA	0.008 8±0.0008 bB	2.31±0.60 aA
5 d	43.52±7.63 aA	20.02±4.97 aA	0.008 3±0.000 9 bB	2.60±0.78 aA
10 d	40.51±11.73 aAB	21.29±7.57 aA	0.008 3±0.001 3 bB	2.58±0.86 aA
15 d	36.14±9.34 abAB	19.66±5.74 aA	0.009 5±0.001 9 abAB	2.44±0.40 aA
20 d	30.40±8.40 bB	16.24±4.56 aA	0.010 6±0.000 6 aA	2.32±0.81 aA

数据为平均值±标准误,其后的不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

表 2 干旱胁迫对供试楝树根插幼苗生物量分配的影响

处理时期/d	总生物量/g	根冠比	根质量比	茎质量比	叶质量比
CK	23.84±10.16 abAB	0.71±0.31 bB	0.40±0.10 bB	0.23±0.03 abA	0.36±0.07 abA
5 d	32.84±10.10 aA	0.70±0.08 bB	0.41±0.03 bB	0.24±0.02 abA	0.35±0.04 abA
10 d	25.32±9.37 abAB	0.61±0.17 bB	0.37±0.07 bB	0.24±0.03 abA	0.38±0.07 aA
15 d	24.50±7.43 abAB	0.82±0.24 bB	0.44±0.08 bAB	0.26±0.05 aA	0.30±0.09 bcAB
20 d	18.58±6.96 bB	1.26±0.57 aA	0.54±0.09 aA	0.21±0.05 bA	0.25±0.08 cB

数据为平均值±标准误,其后的不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

随干旱胁迫强度的增大,供试楝树幼苗根、茎、叶的含水率总体呈下降趋势,对照组含水率最高。处理 20 d 含水率最低;处理 5 d 和 10 d,楝树幼苗根、茎、叶含水率与对照组无显著差异。处理 15 d 与对照组、处理 5 d,10 d 相比,根含水率差异显著,茎、叶含水率差异极显著;处理 20 d 时,根、茎、叶含水率分别降至对照组的 82.90%,81.29%,87.93%,并与其他处理差异极显著(见表 3)。

表 3 干旱胁迫下供试楝树根插幼苗根、茎、叶含水率

处理时间/d	根系含水率/%	茎含水率/%	叶片含水率/%
CK	70.06±2.96 aA	73.29±1.57 aA	83.15±0.67 aA
5 d	67.40±3.96 aAB	71.56±2.96 aA	82.39±0.95 aA
10 d	68.50±1.92 aA	71.77±3.39 aA	81.60±1.86 aA
15 d	63.43±3.53 bB	63.85±3.48 bB	77.13±2.63 bB
20 d	58.08±4.36 cC	59.58±4.21 cC	73.11±3.86 cC

数据为平均值±标准误,其后的不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

3 讨 论

水是影响植物生长发育的主要限制因子,生长及各器官之间生物量分配比例的变化是植物应对环境胁迫的基本响应机制之一。本研究发现:楝树根插幼苗苗高和地径生长并非一直随干旱胁迫程度的增强而趋缓,干旱胁迫初期土壤水分含量的降低在一定程度上促进了其生长,这与低质量分数盐

胁迫下部分楝树家系生长的响应类似,且竹节树、厚荚相思等树种在轻度干旱胁迫下也有类似反应^[17-19]。同时,主根长、根系幅度和株高/主根长比值也较对照有提升,这可能与植物通过自身调节,提高根系主动吸水能力,以适应胁迫环境有关。随干旱胁迫程度加深,土壤水分的逐渐缺失对楝树幼苗生长的抑制作用开始显现,苗高和地径抑制率显著增加,并引起根生长速率降低,影响根系密度和根系分布,主根长和根系幅度明显减小。胁迫 5 d 后株高/主根长比值的减小也印证了楝树幼苗根系对于干旱胁迫较株高生长敏感。同时,地径/株高比值的先降后升,显示干旱胁迫前期,土壤水分的缺失对地径生长的影响大于对株高生长的影响,后期则反之。

楝树根插幼苗总生物量的变化趋势也说明干旱胁迫初期,土壤水分的缺失促进了其生长和生物量的积累,但随着胁迫的增强,植株总生物量较对照降低,植株生长发育受到抑制。根冠比及各部位质量比的变化规律显示干旱胁迫初期,植株吸收的水分首先满足株高和叶片生长的需求以提高同化效率,进而保障根系对同化物质的需求,随干旱胁迫加深,楝树幼苗生长中心向根系转移,以满足植株对水分的需求,根质量比显著增大。受土壤水分含量降低影响,植株各部分含水率总体呈下降趋势,这是植物适应胁迫环境的自我保护机制之一,其中叶片的含水率降幅最大,这将导致植株通过落

叶的方式,减少水分需求以抵御胁迫的发展。

楝树根插幼苗在干旱胁迫初期具有提高根系主动吸水能力以缓解胁迫伤害的适应机制,其生长和生物量积累受到促进,但之后明显受到抑制。在江苏沿海地区根插育苗过程中,应及时关注天气变化和土壤墒情,在连续干旱 5 d 内及时补充水分,以避免持续干旱对楝树根插苗成活和生长造成的不利影响。

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:第四十三卷第三分册[M].北京:科学出版社,1997.
- [2] 中国树木志编辑委员会.中国树木志:第四卷[M].北京:中国林业出版社,2004.
- [3] 教忠意,唐凌凌,隋德宗,等.苦楝的研究现状与展望[J].福建林业科技,2009,36(4):269-274.
- [4] NAKATANI M, HUANG R C, OKAMURA H, et al. Limonoid antifeedants from Chinese *Melia azedarach* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 36(1):39-41.
- [5] SALIB J Y, MICHAEL H N, EL-NOGOU MY S I. New lactoyl glycoside quercetin from *Melia azedarach* leaves [J]. *Chemistry of Natural Compounds*, 2008, 44(1):13-15.
- [6] 汪文陆,赵善欢.苦楝果实中化学成分进一步研究及生物活性测定[J].华南农业大学学报,1993,14(3):64-69.
- [7] 马玉翔,赵淑英,王梦媛,等.苦楝的提取及其抑菌活性研究

[J].山东科学,2004,17(1):32-35.

- [8] 韩莉,万福珠,刘朝奇.苦楝果浸出液对荷瘤小鼠及其感染白色念珠菌的影响[J].咸宁医学院学报,1999,13(3):149-151.
- [9] 曾灶昌,钟超.苦楝子中有效成分的提取分离及促进胆固醇流出作用研究[J].中外医疗,2008,27(16):12-13.
- [10] 王景华,姜洪华,李引平.楝树种子育苗技术[J].中国农技推广,2006,22(9):30-31.
- [11] 肖端,刘东明.苦楝芽苗切根移栽新技术[J].林业实用技术,2004,46(10):23-24.
- [12] 胡长效,苏新林.我国植物农药苦楝研究概况与展望[J].江西农业学报,2003,15(3):52-56.
- [13] 苗霞霞,孙明高,夏阳,等.盐胁迫对苦楝根系活力的影响[J].山东农业大学学报,2005,36(1):9-12.
- [14] 杨小波.南亚热带 4 个不同演替阶段树种苗木环境适应性研究[J].林业科学,2002,38(1):56-60.
- [15] 肖冬梅,王 森,姬兰柱.水分胁迫对长白山阔叶红松林主要树种生长及生物量分配的影响[J].生态学杂志,2004,23(5):93-97.
- [16] 程徐冰,吴 军,韩士杰,等.减少降水对长白山蒙古栎叶片生理生态特性的影响[J].生态学杂志,2011,30(9):1908-1914.
- [17] 陆晓丽,王伟伟,教忠意.盐胁迫对楝树 6 个家系实生苗生长的影响[J].江苏林业科技,2014,41(6):12-15.
- [18] 陈 香,谭家得,丁岳炼,等.干旱胁迫对竹节树幼苗生长的影响[J].福建林业科技,2016,43(2):129-133.
- [19] 覃世杰,尹 婷,谭长强,等.水分胁迫对厚荚相思生长和生理生化指标的影响[J].湖北农业科学,2015,54(7):1625-1627.

(上接第 12 页)

参考文献:

- [1] 仲 磊,黄利斌.榉树育种研究进展及遗传改良策略[J].林业科技开发,2015,29(1):5-8.
- [2] 沈 琪.榉树扦插繁殖与生根机理研究[D].南京:南京林业大学,2013.
- [3] 郭程程.榉树的光合生态学特性和无性快繁体系研究[D].南京:南京林业大学,2011.
- [4] 尹万元.光叶榉扦插繁殖技术及生根过程中生理变化[D].泰安:山东农业大学,2016.
- [5] 姜志强.榉树扦插繁殖技术与生根机理的研究[D].南京:南京林业大学,2008.
- [6] 刘德良,张 琴.珍稀濒危植物榉树扦插繁殖研究[J].西北林学院学报,2001,16(1):37-39.
- [7] 刘海龙,张日清,汪灵丹,等.榉树嫩枝扦插技术的研究[J].中南林业科技大学学报,2013,33(9):11-13.

- [8] 张春桃,胡希军,罗雪梅,等.榉树的扦插繁殖技术[J].经济林研究,2011,29(2):108-110.
- [9] 吴学礼,付玉斌,祁荣频,等.榉树扦插繁殖技术试验初报[J].林业调查规划,2008,33(3):140-142.
- [10] 刘 燕,孙 超,祁 翔,等.榉树扦插繁殖技术研究[J].林业实用技术,2014(3):29-30.
- [11] 张若晨.大果榉硬枝扦插繁殖技术研究[J].山西农业科学,2013,41(10):1082-1084.
- [12] 蔡建武,茹利民.大叶榉扦插育苗试验[J].江苏林业科技,2005,32(1):32-33.
- [13] KIM C S, KWON O W. Vegetative propagation through green wood cuttings of adventitious sprouts in *Zelkova serrata* Makino. [J]. Research Report of the Institute of Forest Genetics, 1990(26):22-25.
- [14] 黄利斌,汪企明,李晓储,等.落羽杉属种源研究:扦插生根能力变异[J].江苏林业科技,2000,27(1):1-6.
- [15] 唐 强,李志辉,吴际友,等.毛红椿无性系扦插繁殖试验研究[J].中南林业科技大学学报,2015,35(1):61-70.