

丛枝菌根真菌及植物生长调节剂 对‘冲天’榉树扦插的影响

汤阳泽¹,董筱昀^{2*},刘雁丽¹,黄利斌²,梁珍海²

(1. 金埔园林股份有限公司,江苏 南京 211100; 2. 江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153)

摘要:为了优化‘冲天’榉的扦插技术,提高扦插效率,加快其繁殖和推广应用,该文研究了接种丛枝菌根真菌(Arbuscular mycorrhizal fungi, AMF)根内根孢囊霉(*Rhizophagus intraradices*, Ri)、摩西斗管囊霉(*Funneliformis mosseae*, Fm)、幼套近明球囊霉(*Claroideoglomus etunicatum*, Ce)插穗及外源植物生长调节剂(50 mg/L NAA+50 mg/L IBA)预浸泡插穗2 h对‘冲天’榉树扦插的影响。试验设单接种Ri、单接种Fm、单接种Ce、等容积混合接种Ri+Fm,及不接种(Control)共5种处理,每个处理分有、无生长调节剂预浸泡2部分。试验结果显示,AMF的种类不同,其共生作用及其扦插效果存在差异。等容积Ri+Fm混合接种处理的插穗生根率最高,其中生长调节剂预浸泡插穗的生根率达87.5%;其菌根侵染率、平均生根数及平均总根长显著高于其他处理,其中生长调节剂预浸泡插穗的菌根侵染率为(67.0±5.5)%,每枝平均生根数达6.1,平均总根长达18.4 cm;单接种Fm的生根率及菌根侵染率、平均生根数及平均总根长次之。外源植物生长调节剂预浸泡插穗2 h预处理,能有效提高扦插生根率与菌根侵染率、平均生根数及平均总根长。表明接种AMF的‘冲天’插穗均被有效侵染,且其生根率、平均生根数和平均总根长得到有效提高;一定配比的外源植物生长调节剂组合浸泡预处理和接种AMF之间存在着正向协调作用。

关键词:大叶榉树;‘冲天’;丛枝菌根真菌;植物生长调节剂;扦插

中图分类号:Q948.12⁺2.3;S723.1⁺32.1;S792.19 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2022.05.002

大叶榉树(*Zelkova schneideriana*)是榆科(Ulmaceae)榉属的高大落叶乔木,树形优美,叶色季相变化丰富,材质优良,极具观赏价值和珍贵用材价值,是园林绿化中的优良乡土树种。‘冲天’是从大叶榉中选育出的优良新品种,该品种树冠窄卵形,主干明显,干形通直,夏季叶色深绿色,秋叶转变为紫红色,落叶期迟。生长速度快,尤其高生长量大,6年生平均树高7.8 m,胸径8.9 cm,冠幅3.0 m^[1]。因其性状优良,观赏价值高,适合园林观赏和珍贵用材造林,被认为是一种应用前景极为广阔的珍贵彩叶乔木新品种。

目前,‘冲天’榉的繁殖方式主要为嫁接和扦插,但是嫁接相对费时费力,繁殖量较小。而对‘冲天’榉扦插繁殖的研究也较少。董筱昀等利用400 mg/L ABT1号生根剂浸泡插穗6 h后,将‘冲天’榉

的生根率提高至48.89%^[2]。虽然现有的研究表明植物生长调节剂处理能提高‘冲天’榉扦插生根率,但效果甚微。因此,为了大面积推广该榉树新品种,亟需对其扦插技术进行优化,提升扦插效率。

丛枝菌根真菌(Arbuscular mycorrhizal fungi, AMF)广泛存在于土壤中,并且能够与90%以上的陆生植物建立共生关系,形成丛枝菌根^[3]。大量研究表明,接种AMF能够促进植物生长、促进养分吸收、提高植物品质以及保护植物抵抗逆境^[4-6]。此外,有研究表明接种AMF能够显著提高扦插植株(桑、滨梅、月季等)的生根率和发芽率,从而提高其成活率^[7-9]。

因此,本试验以‘冲天’榉为材料,研究植物生长调节剂和丛枝菌根真菌对‘冲天’榉扦插的影响,旨在优化‘冲天’榉扦插技术,提高扦插效率,为加

收稿日期:2022-06-02;修回日期:2022-06-24

基金项目:江苏省林业科技创新与推广项目“榉树新品种‘冲天’高效栽培技术集成及推广示范”(LYKJ-南京[2020]01);江苏省林业科学研究院自主科研项目“珍贵用材树种榉树、榔榆等新品种选育”(ZZKY202104)

作者简介:汤阳泽(1990-),男,湖北浠水人,工程师,博士。研究方向:新优园林植物引种繁育及应用推广、植物促生菌技术开发与应用、海绵城市建设。

* **通信作者:**董筱昀(1983-),女,河南正阳人,副研究员,硕士。研究方向:林木育种。

快‘冲天’榉的繁殖和推广应用提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试植物材料为2年生‘冲天’榉嫁接苗,于2021年11月下旬从母树上选择生长健壮、无病虫害的当年生粗壮侧枝,去掉顶部幼嫩部分,以半木质化枝条为扦插穗,穗条粗度为0.8—1.0 cm。将插穗剪成长15 cm,上下切口均平剪,上切口距顶芽0.5—1 cm,保留芽3—4个。插穗用50%多菌灵500倍液浸泡15 min后冲洗干净备用。

供试菌种为丛枝菌根真菌根内根孢囊霉(*Rhizophagus intraradices*, Ri)、摩西斗管囊霉(*Funneliformis mosseae*, Fm)、幼套近明球囊霉(*Claroideoglomus etunicatum*, Ce)。菌种经三叶草培养后,以培养基质中的孢子、菌根根段和菌丝作为AMF接种物,由长江大学根系生物研究所提供。每100 g菌剂中约含真菌孢子1 800—2 000个。

扦插基质为珍珠岩(1—4 mm)和草炭(1—4 mm)按体积比1:1混合而成,经高压蒸汽灭菌(121℃灭菌2 h)后备用。扦插容器为32孔林木高脚穴盘(上口径6 cm,底径2 cm,深度11 cm,容积约190 mL),用75%酒精消毒后备用。

1.2 试验方法

试验在金埔园林股份有限公司下设的植物培养室中进行。设单接种Ri、单接种Fm、单接种Ce、等容积混合接种Ri+Fm及不接种(CK)5种处理,每种处理准备插穗64根,其中32根插穗用50 mg/L NAA+50 mg/L IBA预浸泡2 h(+H),另32根插穗用清水预浸泡2 h(-H)。

分别在每穴中加入2/3的扦插基质,然后将5 g菌剂(接种势单位约5 000)均匀铺在上面(对照组铺等量的灭活基质),将插穗垂直放入穴盘内,使其基部与菌剂充分接触,再将剩余的1/3扦插基质装入每穴中。浇透水后盖上穴盘盖,将穴盘放入(25±2)℃的光照培养架上培养,光照时间12 h,按需浇水。

1.3 观测方法

扦插后60 d(此时未生根穗条已全部死亡或萎缩),将扦插苗从穴盘中取出,冲洗干净。用于测定各项指标。

1.3.1 菌根侵染率测定 分别从各处理中随机选取5株扦插苗,采用Phillips和Hayman的方法染

色、制片和镜检,测定菌根侵染率^[10]。

1.3.2 扦插苗生根指标统计 分别统计各处理中生根穗条的数量,计算扦插苗的生根率。统计生根穗条的生根数,采用刻度尺测定生根穗条的总根长,长度不足1 cm的根系不统计,计算各处理中生根穗条的平均生根数和平均总根长。

1.4 数据分析

使用软件Excel 2007, SPSS 25.0和Graphpad Prime 7.0进行数据处理、分析和图形制作。

2 结果与分析

2.1 AMF及植物激素对‘冲天’榉扦插生根率的影响

如图1所示,接种AMF后,扦插苗的生根率均高于对照组。对于同接菌处理,外源植物生长调节剂浸泡改善了扦插苗生根率。对于同植物生长调节剂处理,接种AMF的扦插苗生根率均高于不接菌对照,其中,等容积混合接种Ri+Fm的扦插苗生根率最高,达到了87.5%,比未接种对照提高了46.9%。

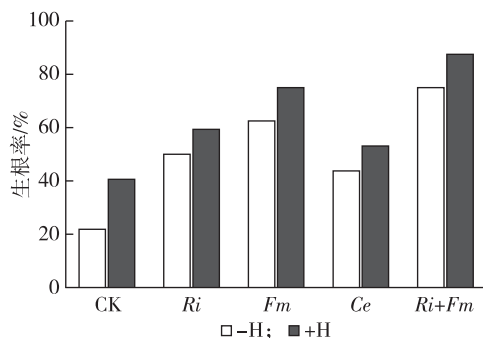


图1 扦插60 d后‘冲天’榉扦插生根率

2.2 ‘冲天’榉扦插苗菌根侵染率

扦插60 d后,接种AMF的‘冲天’榉扦插苗均不同程度地被AMF侵染,未接种的无侵染(如表1)。对于同接菌处理,植物生长调节剂浸泡过的插穗侵染率、丛枝着生率、根内泡囊数及根上菌丝位点均高于未浸泡的插穗。同植物生长调节剂处理下,混合接种Ri+Fm的插穗各项侵染指标均显著高于其他接菌处理或不接菌对照。其中,混合接种Ri+Fm的插穗经植物生长调节剂浸泡后菌根侵染率、丛枝着生率、根内泡囊数及根上菌丝位点分别达到了67.0%,53.5%,每毫米根长8.6个和每毫米根长9.4个。

2.3 AMF 及植物激素对‘冲天’桉扦插苗生根的影响

接种 AMF 促进了扦插苗生根,与对照相比,接种 AMF 的扦插苗平均生根数及平均总根长均有提高,其中单接种 *Fm* 及混合接种 *Ri*+*Fm* 的扦插苗平

均生根数和平均总根长显著高于对照。对于同种接菌扦插苗,植物生长调节剂浸泡处理也促进了扦插苗生根(见表 2),并且混合接种 *Ri*+*Fm* 的扦插苗平均生根数和平均总根长分别达到了 6.1 条和 18.4 cm,显著高于其他处理。

表 1 ‘冲天’桉扦插苗菌根侵染率

处理	菌根侵染率/%		丛枝着生率/%		根内泡囊数/(个/mm 根长)		每毫米根上菌丝位点/个	
	-H	+H	-H	+H	-H	+H	-H	+H
CK	0.0 e	0.0 e	0.0 d	0.0 c	0.0 d	0.0 d	0.0 e	0.0 e
<i>Ri</i>	42.8±3.2 c	46.6±3.4 c	32.4±3.1 c	39.2±4.6 b	3.3±1.0 c	3.8±1.0 c	3.4±1.2 c	4.5±1.1 c
<i>Fm</i>	49.5±3.7 b	55.1±5.1 b	45.9±2.3 a	52.3±4.2 a	4.9±1.3 b	5.6±1.9 b	4.9±1.1 b	7.2±1.4 b
<i>Ce</i>	39.6±3.0 d	42.4±3.4 d	37.2±3.7 b	40.3±2.5 b	2.7±0.9 c	3.0±1.0 c	2.1±0.8 d	2.7±1.4 d
<i>Ri</i> + <i>Fm</i>	53.8±5.4 a	67.0±5.5 a	47.1±4.8 a	53.5±4.0 a	6.0±1.5 a	8.6±2.2 a	8.4±1.2 a	9.4±1.8 a

注:表格中的数据代表平均值±SD。数据后面的小写字母代表同一植物生长调节剂处理(-H 或+H)下,不同接菌处理的‘冲天’桉扦插苗的菌根侵染指标之间存在差异显著性(Tukey 测试, $P<0.05$)。

表 2 ‘冲天’桉扦插苗平均生根数和平均总根长

处理	平均生根数/条		平均总根长/cm	
	-H	+H	-H	+H
CK	1.4±0.7 c	1.8±1.0 d	4.7±2.2 d	6.5±2.7 d
<i>Ri</i>	2.2±0.8 c	2.8±1.5 cd	8.1±3.0 c	10.0±4.7 c
<i>Fm</i>	4.0±1.2 b	4.9±1.3 b	11.2±3.8 b	13.6±2.0 b
<i>Ce</i>	2.2±0.7 c	3.8±1.2 bc	6.8±1.6 cd	10.9±2.9 c
<i>Ri</i> + <i>Fm</i>	5.5±1.4 a	6.1±1.6 a	16.9±4.4 a	18.4±3.7 a

注:表格中的数据代表平均值±SD。数据后面的小写字母代表同一植物生长调节剂处理(-H 或+H)下,不同接菌处理的‘冲天’桉扦插苗的平均生根数或平均总根长之间存在差异显著性(Tukey 测试, $P<0.05$)。

3 讨论

‘冲天’桉是性状优良、观赏价值极高的桉树新品种,扦插繁殖是其最常用也最简单的繁殖方法。常规方法下扦插 45 d,生根率仅为 21.67%^[2],并且生长缓慢,这些不利因素导致该品种推广难度较大。

前期的研究表明,利用 400 mg/L 的 ABT1 号生根剂浸泡‘冲天’桉插穗 6 h,扦插苗生根率从 21.67%提高至 48.89%,抽梢率从 18.33%提高至 42.22%^[2]。但是激素处理效果有限,且对扦插苗生长速度影响较小。因此,本试验中引入了菌根技术,佐以激素处理,旨在用 AMF 和激素的双重作用提高‘冲天’桉扦插成活率,促进扦插苗生长。

菌根技术是一种绿色的生物技术,菌根真菌能够改善宿主植物水分和营养状况,也被誉为“生物肥料”^[11]。在本试验中,接种 AMF 后,‘冲天’桉扦插苗均不同程度被侵染,同时相比于对照,接种

AMF 显著缩短了生根时间(混合接种组最短生根时间 35 d),大幅提高了扦插苗生根效率,证实 AMF 能与‘冲天’桉共生,并且能高效发挥促生效应。

AMF 不具有严格的宿主专一性,但是不同种 AMF 对宿主的接种效应不同。在本试验中,接种不同种 AMF 对‘冲天’桉扦插苗生根率、平均生根数及平均总根长等指标的影响不一致,混合接种 *Ri*+*Fm* 的促生效应明显优于其他接菌处理。宰学明等分别用 3 种 AMF 接种滨梅扦插苗,结果显示不同 AMF 对滨梅扦插苗生根、生长及抗病能力的影响不同,接种 *Glomus mosseae* 和 *G. etunicatum* 的效果优于接种 *G. diaphanum*^[9]。这些表明 AMF 对宿主植物有一定的选择性,因此在实际应用时,需要针对不同的宿主植物挑选合适的 AMF 菌株,从而才能发挥更佳的促生效应。

目前,关于外源植物生长调节剂与 AMF 互作对宿主植物影响方面的研究较少。贺忠群对盐胁迫下的接菌番茄外源添加 GA 和 IAA,结果显示低质量浓度 GA(20 mg/L)和 IAA(100 mg/L)能显著提高番茄叶片、茎及根系的干质量,而高质量浓度 GA(40 mg/L)和 IAA(200 mg/L)没有明显效果^[12]。在本试验中,利用 50 mg/L NAA+50 mg/L IBA 预浸泡处理插穗 2 h,有效促进了‘冲天’桉扦插苗生根。同时植物生长调节剂处理能显著促进接菌植株生根和生长,表现出了正向协调作用。已有的研究表明,不同的外源植物生长调节剂对 AMF 侵染及功能的影响存在显著差异,IAA(200 mg/L)处理显著提

(下转第 57 页)

众基础。在推进林长制建设中,注重加强林业从业人员培训,森林防火工作是培训的之一。通过培训,基层林业从业人员的专业素养、责任意识均得到较大提升。

此外,还注重发挥规划在森林防火中的重要作用。加强森林防火方面的资金投入,林业主管部门组织编制了《东台市森林防火规划》《东台市森林和草原火灾风险普查评估与区划报告》,指导黄海森林公园编制《东台市黄海森林公园森林防火规划》,增强了森林防火的科学性和引领性;各涉林单位也均加强基础建设,基本达到了林区内道路通达、通信畅通等条件^[13];全市每年均组织包括演练式、突击式等多种形式森林消防应急演练;严格执行森林防火 24 h 值班值守制度,重点时间对防火工作随机检查等举措。

参考文献:

- [1] 江苏省林业局.江苏省林业局关于认定盐城市 2021 年度林木覆盖率监测结果的函[Z].苏林测[2022]9 号.

- [2] 张德顺,吴雪,陈陆琪瑶,等.上海市常见 26 种园林树种燃烧性评价[J].同济大学学报(自然科学版),2021,49(10):1399-1406.
- [3] 尹赛男,舒立福,张大明,等.吉林省森林火灾火源数据特征分析[J].林业科学,2018,54(7):165-172.
- [4] 东台市人民政府.江苏省东台市林地保护利用规划[Z].2012.
- [5] 张宏斌,高岚.年龄结构、树种结构及灌木密度对林分抗火能力的影响[J].林业勘查设计,2006(1):47.
- [6] 东台市自然资源和规划局.东台市森林经营方案[Z].2020.
- [7] 杨建忠.森林防火火源种类及管理措施[J].现代农业科技,2021(8):130-131.
- [8] 东台市自然资源和规划局.东台市森林防火规划[Z].2020.
- [9] 柳絮纷飞,暗藏危险,一定要注意防范[J].湖南安全与防灾,2021(4):67.
- [10] 袁润淑.巫溪县森林防火管理面临的问题及对策研究[D].重庆:西南大学,2020.
- [11] 陈健.全球多地集中爆发森林大火[J].生态经济,2021,37(10):1-4.
- [12] 白夜,王博,武英达,等.2021 年全球森林火灾综述[J].消防科学与技术,2022,41(5):705-709.
- [13] 白夜,王博,贾宜松,等.美国加州森林火灾概述及启示[J].消防科学与技术,2020,39(4):557-560.

(上接第 8 页)

高了玉米的菌根侵染率^[13],IBA 和 ABA 处理显著改善了菌根化番茄营养状况^[14];而 6-BA 和 GA 处理则显著降低了宿主植物菌根侵染率^[13-14]。因此,在后续的研究或生产中,筛选高效的植物生长调节剂及 AMF 组合,对于植物生长和发育可能具有更大的应用价值。

参考文献:

- [1] 董筱昀,孙海楠,吕运舟,等.大叶榉新品种‘冲天’优良性状及栽培技术[J].江苏林业科技,2021,48(6):41-43.
- [2] 董筱昀,黄利斌,周荣超.榉树不同品种扦插生根差异比较[J].江苏林业科技,2018,45(2):10-12,16.
- [3] SMITH S E, READ D J. Mycorrhizal Symbiosis[M]. London: Academic Press,1997:453-469.
- [4] 陈良华,赖娟,胡相伟,等.接种丛枝菌根真菌对受镉胁迫美洲黑杨雌、雄株光合生理的影响[J].植物生态学报,2017,41(4):480-488.
- [5] 刘润进,陈应龙.菌根学[M].北京:科学出版社,2007.
- [6] 张中峰,张金池,周龙武,等.丛枝菌根真菌对石漠化地区造林

- 苗木生长的影响[J].生态学杂志,2018,37(10):2927-2934.
- [7] 韩东洋,孟祥霞,郭绍霞.丛枝菌根真菌对月季扦插成活率及生长的影响[J].北方园艺,2013(14):85-87.
- [8] 熊丙全,阳淑,张勇,等.丛枝菌根真菌接种对葡萄扦插苗生长效应的影响[J].北方园艺,2009(11):1-4.
- [9] 宰学明,夏连全,闫道良,等.丛枝菌根真菌对滨梅扦插苗生根、生长和抗病相关酶活性的影响[J].广西植物,2011,31(3):393-397.
- [10] PHILLIPS J M, HAYMEN D S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection[J]. Transactions of the British Mycological Society, 1970,55:158-161.
- [11] GIANINAZZI S, GOLLLOTTE A, BINET M N, et al. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services[J]. Mycorrhiza,2010,20(8):519-530.
- [12] 贺忠群.丛枝菌根真菌(AMF)提高番茄耐盐性机制的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [13] 杨中宝,王森焱,刘润进.外源养分和激素对 AM 真菌侵染和产孢的影响[J].菌物学报,2005,24(2):277-282.
- [14] 于建新,王维华,张金政,等.外施激素对丛枝菌根真菌侵染、产孢和功能的影响[J].青岛农业大学学报(自然科学版),2010,27(4):274-276.