

狭叶冬青不同基质配比容器育苗试验研究

姚德生, 何彦峰*

(甘肃林业职业技术学院, 甘肃 天水 741020)

摘要:以腐殖质、圃地土、细河砂为试验基质,采用完全随机区组试验设计方法研究了不同基质配比性质对狭叶冬青容器苗生长的影响。结果表明:不同基质配比对狭叶冬青容器苗出苗率、苗高、地径、高径比、地上干质量、地下干质量及根系生长均有极显著影响,对苗木的根系活力具有显著影响。基质的容重、速效 P 是影响苗木地上部分生长的主要因子,容重和有机质是影响苗木地下部分生长的主要因子,总孔隙度和 pH 对苗木干物质质量的积累影响显著。从生产实际出发,培养狭叶冬青容器苗的适宜基质为 50% 腐殖质+25% 黄绵土+25% 细河砂。

关键词:狭叶冬青;容器育苗;基质配比;理化性质

中图分类号:S723.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2015)06-0156-05

Seedlings Growth of *Ilex fargesii* on Different Nursery Container Media

YAO De-sheng, HE Yan-feng*

(Gansu Forestry Technology College, Tianshui, Gansu 741020, China)

Abstract: Completely randomized block experiment design method was adopted to examined the effects of culture media on the growth of *Ilex fargesii* container seedlings that were planted in the media of humus, nursery soil and fine river sand. The results showed that the emergence rate, seedling height basal diameter, H/D , aboveground dry mass, under ground dry mass and root growth of container seedling presented significant differences among different media. The root vigor was also significantly different. The bulk density of the media and the content of soluble phosphorous were the major factors influencing the aboveground parts of the seedling growth; the bulk density and organic matter in the media were those influencing the underground parts of the seedling growth; the total porosity and pH had significant effects on the accumulation of the dry weight of seedling. According to the practical production, the recommended medium prescription was humus : nursery soil : fine river sand = 50 : 25 : 25 for *I. fargesii*.

Key words: *Ilex fargesii*; container seedling growth; medium composition; physicochemical property

狭叶冬青(*Ilex fargesii*)为冬青科冬青属常绿小乔木,是我国北方地区具有广阔开发前景的常绿阔叶绿化树种^[1-2]。但由于该树种种子发芽极为困难,尤其是裸根苗移植成活率低,为人工栽培和绿化应用带来了障碍^[3]。容器育苗作为当前世界各国广泛使用的苗木生产技术,具有种子发芽早、发芽率高、出苗整齐、根系发育良好、起苗、运苗不伤根,造林成活率高、绿化速度快等优点^[4],因此,采用容器

育苗成为提高狭叶冬青造林成活率的有效途径。我国自 20 世纪 50 年代开始容器育苗以来,国内学者先后针对容器的形状、规格、质地及适宜于不同树种的基质配比等方面进行了大量试验研究^[5-8],然而早期关于基质配比的研究多集中于速生树种,而针对优良乡土阔叶树种和珍贵树种基质配比的研究则成为近年来的热点^[9]。本研究以腐殖质、圃地土(黄绵土)、细河砂为原料,用于狭叶冬青容器育苗,通过分

收稿日期:2015-04-14 修回日期:2015-07-05
基金项目:甘肃省林业厅科研基金项目(2012069)。
作者简介:姚德生,男,教授,研究方向:树木分类、森林培育。E-mail:gsyds@163.com
* 通信作者:何彦峰,男,教授,研究方向:森林培育。E-mail:gslyhyf@163.com

析不同基质配比对其出苗及苗期生长的影响,筛选出适合的基质,为狭叶冬青规模化生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在甘肃林业职业技术学院实训基地(105°53′59″E,34°29′26″N)鞍Ⅱ型日光温室进行。

供试种子于 2012 年 9 月采自小陇山林业实验局麻沿林场老爷山(105°49′15″E,34°01′50″N)^[10]。种子采回后经过脱粒、净种后测得种子千粒重为 16.459±0.757 g,优良度为 54.76%。

基质原料主要有腐殖质(采自试验地附近林区)、圃地土(黄绵土)、细河砂(采自试验地附近河床),基质均用 3 mm 的细筛过筛,播前 15~20 d 用 40%福尔马林消毒,不同基质按体积配比,共设 5 个处理。对各配比基质采样,风干,采用文献^[11]中方法测定各基质容重、总孔隙度、pH 值、有机质、水解 N、速效 P、速效 K 以及阳离子交换量^[12],各基质配比见表 1。

育苗容器采用聚乙烯塑料薄膜制成的容器袋,口径 120 mm,高 150 mm。

表 1 不同基质配方及理化性质

Table 1 Different medium components and physicochemical properties

项目	M ₁ 100% 腐殖质	M ₂ 75%腐殖质+ 25%细河砂	M ₃ 50%腐殖质+25%黄绵土+ 25%细河砂	M ₄ 50%腐殖质+ 50%细河砂	M ₅ 50%黄绵土 50%细河砂
容重/(g·cm ⁻³)	0.91	1.13	1.21	1.18	1.26
总孔隙度/%	53.1	51.2	47.6	50.8	44.7
pH	6.7	6.8	7.1	6.9	7.5
有机质/(g·kg ⁻¹)	112.4	88.4	69.6	62.5	16.5
水解 N/(mg·kg ⁻¹)	85.5	64.3	60.1	54.8	33.6
速效 P/(mg·kg ⁻¹)	22.6	18.7	19.2	17.8	13.6
速效 K/(mg·kg ⁻¹)	64.6	55.6	61.1	50.6	58.8

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 采用完全随机区组试验设计,3 次重复,每个处理 200 袋。

1.2.2 种子催芽和处理 将风干种子浸入浓 H₂SO₄(比重 1.84)中处理 1.5 h,取出用流水冲洗 24 h 后,沥干水分并用 250 mg·kg⁻¹ GA₃ 浸泡 24 h,再层积催芽 510 d^[10]。

1.2.3 播种 2014 年 3 月中旬,当种子胚根初露时取出种子,用 0.5%的 KMnO₄ 溶液浸泡 5 min,捞出用清水冲洗干净,晾干水分,播种时每袋下种 4 粒,播后覆盖腐殖质,厚度 0.3~0.4 cm,然后再覆一层锯末,厚度以不见土为宜。

1.2.4 苗期管理 播后到幼苗出土期间保持基质湿润,幼苗长出 2~3 片真叶时开始间苗,每个容器保留 1 株健壮苗,定苗后及时浇水,确保幼苗根系与培养基质紧密结合。定苗后每隔 1 周叶面交替喷施 0.2%磷酸二氢钾溶液和 0.5%尿素溶液,并及时清除杂草,8 月中下旬停止追肥。幼苗长至 3~4 片真叶时易发生立枯病,可每隔 5~7 d 用 800 倍百菌清液喷施防治。

1.3 观测指标及统计分析

定苗前,在各处理中随机抽取 40 袋,3 个重复计 120 袋,调查出苗率。9 月下旬在各处理内随机取样 20 株生长正常苗木,用游标卡尺测地径,用钢

卷尺测量苗高、主根长、>2 cm I 级侧根数等,然后将苗木分成根、茎、叶 3 部分,经 105℃ 杀青 30 min,80℃ 烘干至质量恒定,测定各部分的干物质量,计算根、茎、叶单株平均干重。根系活力用 TTC (2,3,5-三苯基氯化四氮唑)染色法测定^[13]。

数据处理与分析用 SPSS 软件,多重比较采用 LSD 法^[14]。

2 结果与分析

2.1 不同基质理化性质分析

基质种类对基质理化性质影响较大。在供试的 5 种基质中,不同基质配比的容重随着腐殖质所占比例的降低而增大,容重最小的是 M₁,最大的是 M₅,两者相差 0.35 g·cm⁻³。有机质含量随腐殖质所占比例的降低而减小,5 种处理中,M₁ 有机质、水解 N、速效 P、速效 K 含量最高,M₅ 最低。对各基质配比有机质与水解 N、速效 P、速效 K 进行相关分析,结果表明,各处理的有机质与水解 N(0.984**)、速效 P(0.967**)呈极显著的正相关,与速效 K 相关不明显(表 1),说明基质的容重、水解 N、速效 P 是影响狭叶冬青容器苗生长的主要因子。

2.2 不同基质配比对狭叶冬青容器苗出苗率的影响

不同基质配比间出苗率差异较大,配方 M₃ 出苗率最高,为 21.2%,M₅ 最低,仅为 12.5%。百分

数反正弦转化后方差分析表明,不同基质配比对狭叶冬青出苗率的影响有极显著差异($F=41.778>F_{0.01(4,10)}=5.99$);多重比较表明, M_3 与其他处理间均有极显著差异, M_2 与 M_1 、 M_4 、 M_5 有极显著差异,而其他基质配比间无差异(表 2)。

2.3 狭叶冬青容器苗生长效应的分析

2.3.1 形态指标的分析 在 5 种基质配比中,腐殖质含量对狭叶冬青容器苗各生长指标影响较大,相同腐殖质比例,随着细河砂含量的增加,苗木的高生长、地径、主根长等生长亦随之减小(表 2)。方差分析表明,不同基质配比对苗高、地径、高径比、主根长、I 级侧根数及须根数的影响均达显著水平($F_{\text{苗高}}=4.530, F_{\text{地径}}=22.780, F_{\text{高径比}}=6.119, F_{\text{主根长}}=12.561, F_{\text{侧根数}}=12.474, F_{\text{须根数}}=16.536$, 均 $>F_{0.05(4,10)}=3.48$)。经多重比较(表 2),除高径比 M_3 、 M_5 小于其他基质外,基质 $M_1\sim M_4$ 苗木各生长指标均显著高于 M_5 ,而 $M_1\sim M_4$ 间, M_3 、 M_1 苗高显著大于 M_2 、 M_4 , 根干重、总干重、地径 M_3 显著大于 M_1 、 M_2 、 M_4 主根长。

2.3.2 生物量指标的分析 对表 2 中不同基质配比平均单株生物量进行比较分析可以看出:基质 M_3 平均单株生物量最大, M_2 次之、 M_5 最小。方差分析与多重比较表明(表 2),不同基质配比对茎干重、叶干重、根干重和总干重的影响均达极显著水平($F_{\text{茎干重}}=76.361, F_{\text{叶干重}}=22.259, F_{\text{根干重}}=34.506$,

$F_{\text{总干重}}=62.151$, 均 $>F_{0.01(4,10)}=5.99$)。其中, M_5 与其他 4 种基质配比间均有极显著差异,而 M_3 与 M_2 、 M_1 与 M_4 间无差异,说明不同基质配比间狭冬青容器苗生长差异较大。

基质 M_3 的苗高、地径、干物质量、根系都显著高于其它基质,其高径比也较小,说明基质 M_3 对苗木生长量影响最大,苗木品质最好。这是由于 M_3 总孔隙度较大,有机质含量较高,速效养分充足,供水、保肥能力强,通气透水性能好,能够较好地满足幼苗生长过程中对水分、空气和养分的需求,根团也很紧密。虽然 M_2 苗木各生长指标小于 M_3 ,但 I 级侧根数、须根数较多,能够形成较好的根团,不容易散坨。 M_1 是纯腐殖质,由于养分充足,苗木地上部分生长旺盛,高茎比大,苗木质量较差,且根团较松,脱器造林时容易导致基质脱离。 M_4 由于含砂量较高,根坨较松散。苗木生长最差的是 M_5 ,这是由于黄绵土较黏,基质容重较大,总孔隙度较小,且容易板结,导致苗木通气透水性较差所致,与实际情况相符。从 5 种基质配比苗木生长的总体情况来看,在腐殖质中加入一定比例细河砂和黄绵土,能够较好地促进狭叶冬青容器苗苗高、地径、主根及 I 级侧根的生长,且能形成较紧密的根团,但当腐殖质中细河砂比例超过 50%,或黄绵土比例超过 50%时,苗木生长不良。

表 2 不同基质对狭叶冬青容器苗生长的影响及多重比较

Table 2 Multiple comparison of container seedling growth of *Ilex fargesii* for seedling grown in different media

项目	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅
出苗率/%	14.3BC	16.5B	21.2A	12.8C	12.5C
苗高/cm	8.98 a	8.76ab	9.72a	8.16ab	5.82c
地径/cm	0.264 B	0.276 B	0.324A	0.253 B	0.198 B C
高径比	34.0A	31.7A	30.0 A B	32.3A	29.4B
茎干重/g	0.290 B	0.354 A B	0.394 A	0.331B	0.142C
叶干重/g	1.131 B	1.492AB	1.658 A	1.393 AB	0.437 C
根干重/g	0.698B	0.887 A	0.985 A	0.827AB	0.222C
总干重/g	2.119B	2.733A	3.037A	2.551 AB	0.801 C
主根长/cm	7.4A B	8.2A B	8.9A	6.8B	4.8 C
I 级侧根数/条	4.7AB	5.8A	5.2A	3.8B	2.3C
须根数/条	45.4B	57.2A	52.6A	43.6B	34.8C
TTCH 值/(mg·g ⁻¹ ·h ⁻¹)	1.271ab	1.362a	1.381a	1.268 b	1.257b

注:表中不同大写字母表示均值在 0.01 水平的差异显著性,不同小写字母表示均值在 0.05 水平的差异显著性。TTCH 为根系活力测定值。

2.4 不同基质配比对狭叶冬青容器苗根系活力的影响

不同基质配比对狭叶冬青容器苗($F=3.798>F_{0.05(4,10)}=3.48$)根系活力的影响有显著差异,经多重比较, M_3 、 M_2 与 M_1 、 M_4 、 M_5 间有显著差异,而 M_3 与 M_2 、 M_1 、 M_4 与 M_5 间无差异差异(表 2),对狭叶冬青容器苗根系活力影响最大的基质配比是 M_3 、其次是 M_2 。影响最小的是 M_5 。基质 M_3 与

M_2 容重较小,分别为 1.13 、 $1.18\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,孔隙度较大,通气性能好,有利于根系生长; M_1 虽然容重小,孔隙度大,且基质呈微酸性; M_5 基质较黏,通气性差,在一定程度上抑制了根系生长发育。

2.5 不同基质配比理化性质对狭叶冬青容器苗生长影响分析

为了掌握影响狭叶冬青容器苗生长的主要土壤因子,将苗木各生长指标与各项土壤因子进行逐步

回归分析(表 3)。狭叶冬青容器苗的苗高、地茎与速效 P、容重密切相关;干物质量与总孔隙度、pH 密切相关;主根长、I 级侧根数和须根数与有机质、容重密切相关;高茎比与总孔隙度密切相关;水解 N、速效 K 与苗木的各项指标均无显著的相关性。这可能是各基质中这两种营养元素含量处于较高水平,对苗木生长的影响不大所致。苗木各生长指标的回归效果均达极显著水平,说明基质的容重和速

效磷含量是影响苗高、地径的主要因子,基质的 pH 和总孔隙度是影响干物质量的主要因子,基质的容重和有机质是影响苗木根系的主要因子。由此可见,基质的容重、速效磷、pH 和有机质含量是影响狭叶冬青苗木生长的主要因子。

综上所述,在试验的 5 种基质配方中,以 50%腐殖质+25%黄绵土+25%细河砂的配方比例是狭叶冬青容器苗较为理想的配方。

表 3 狭叶冬青容器苗生长指标与基质理化性质的回归方程与回归效果

Table 3 Regression equations and regression impression of *I. fargesii* growth index and physicochemical properties

苗木性状	回归方程	复相关系数	回归 F 值
苗高	$Y=-19.529-0.802 X_6+11.489 X_1$	0.636	10.469**
地径	$Y=-0.781-0.27 X_6+0.488 X_1$	0.900	54.249**
高径比	$Y=-11.846+0.869 X_2$	0.699	30.223**
茎干重	$Y=16.012-1.415 X_3-0.117 X_2$	0.888	47.571**
叶干重	$Y=78.313-6.942 X_3-0.576 X_2$	0.814	26.187**
根干重	$Y=52.044-4.786 X_3-0.354 X_2$	0.852	34.454**
总干重	$Y=141.48-12.563 X_3-1.037 X_2$	0.874	41.730**
主根长	$Y=-15.297+0.08 X_4+14.86 X_1$	0.768	19.845**
侧根数	$Y=-86.651+0.453 X_4+89.41 X_1$	0.770	20.134**
须根数	$Y=-12.933+0.067 X_4+11.07 X_1$	0.823	27.814**

注: X_1 : 容重, X_2 : 总孔隙度, X_3 : pH, X_4 : 有机质, X_5 : 水解 N, X_6 : 速效 P, X_7 : 速效 K。 $F_{0.01}=9.07$, ** 为回归极显著

3 结论与讨论

在腐殖质中配以一定比例的细河砂与黄绵土能提高种子发芽率。这是由于腐殖质中加入细河砂与黄绵土,提高了基质的毛管孔隙度,基质透气性能好,保水、保肥能力强,有利于种子发芽,故出苗率较高。而细河砂与黄绵土配备的基质,由于容重大,基质通透性差,且易板结,故出苗率低。由于狭叶冬青种子发芽困难,总体上出苗率低,与狭叶冬青种子发芽试验结论一致^[10]。在配比基质时适量配以一定比例的细河砂,既可提高苗木生长量,促进地下根系生长,又可降低腐殖质的比例以减少生产成本,但细河砂比例不能超过 50%,超过这一比例,苗木容重过大,不便于运输,也使容器苗根团较松^[15]。根系不仅具有吸收水分和矿质养分的功能,而且还能进行合成代谢等生理反应,因此根系活力的大小实际上也反应了苗木的活力^[16]。阔叶树容器苗生长对基质的理化性质反应敏感,其生长反应,不仅取决于基质的种类和配比,而且还与树种的生物学特性有关^[17]。基质种类对基质理化性质影响较大,基质容重、pH、有机质、速效磷含量是影响狭叶冬青容器苗生长的主要因子,特别是容重与狭叶冬青苗地上,地下部分生长量呈极显著的正相关,与金国庆对 3 种乡土阔叶树容器育苗的研究结论一致^[18]。

狭叶冬青喜 pH 中性生长环境,自然分布生长在 pH 值 6.7~7.5 的土壤中,在 5 种基质配比中,虽然 M₁(腐殖质)有机质含量高,养分丰富,但呈弱

酸性,在一定程度上影响了苗木根系对营养元素的吸收。另外,丰富的有机质含量,易造成狭叶冬青容器苗地上部分长势过旺,导致苗木高径比大,影响苗木质量。如果在腐殖质中配以适当比例的细河砂和黄绵土,既可以增加基质的通气性,改善基质的团粒结构,提高吸附固定根系能力,形成较紧密的根团,也能够调节基质的 pH,使苗木更接近自然生长环境。因此,在 5 种基质配比中,从生产实际出发,50%腐殖质+25%细河沙+25%黄绵土基质配比是狭叶冬青容器苗较理想的培养基质,资源丰富、取材方便、成本低,易于在生产中推广应用。

狭叶冬青是一种适应性较强的常绿阔叶树种,具有喜湿润肥沃且土壤疏松的生物学特性。研究发现,基质容重对狭叶冬青苗高、地径和根系生长影响显著,随着腐殖质中配入一定比例的细河砂和一定比例的黄绵土,基质结构得到改善,苗木的苗高、地径和根系生长量都明显增加,高径比下降,说明在腐殖质中配入适当比例的细河砂和黄绵土有利于培养高质量的狭叶冬青容器苗,但随着腐殖质与黄绵土的配入,基质容重偏大。马海林^[19]等研究认为,基质密度为 0.2~0.8 g·cm⁻³时多数苗木能正常生长,本试验基质容重偏大,这也许与腐殖质中配入细河砂和黄绵土有关,更经济的基质配比有待于进一步研究。

参考文献:

[1] 中国树木志编辑委员会. 中国树木志(第三卷)[M]. 北京:中国

林业出版社,1997.

[2] 陈西仓,徐文,李艳. 甘肃麦积山林区野生观赏植物资源[J]. 中国林副特产,2002(4):12-14.

[3] 何彦峰,彭祚登,樊辉. 狭叶冬青实生苗的培育技术[J]. 林业科学,2007,43(8):139-143.

HE Y F, PENG Z D, FUAN H. Cultivation Techniques for seedlings of *Ilex fargesii*[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2007,43(8):139-143. (in Chinese)

[4] 李永东,龙双红,苏永贵,等. 容器育苗的特点及技术要求[J]. 林业实用技术,2012(2):51.

[5] 林霞,郑坚,陈秋夏,等. 无柄小叶榕容器育苗轻型基质配方筛选[J]. 浙江林学院学报,2008,25(3):401-404.

LIN X, ZHENG J, CHEN Q X, et al. Container seedling substrate with a light medium for *Ficus concinna* var. *subsessilis* [J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 2008,25(3):401-404. (in Chinese)

[6] 贾斌英,徐惠德,刘桂丰,等. 白桦容器育苗的适宜基质筛选[J]. 东北林业大学学报,2009,37(11):64-67.

JIA B Y, XU H D, LIU G F, et al. Substrate screening for container seedlings of *Betula platyphylla* [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2009,37(11):64-67. (in Chinese)

[7] 何贵平,麻建强,冯建民,等. 珍贵用材树种柏木轻基质容器育苗试验研究[J]. 林业科学研究,2010,23(1):134-137.

HE G P, MA J Q, FENG J M, et al. Study on container seedlings cultural techniques with light medium for precious timber tree species, *Cupressus funebris* [J]. Forest Research, 2010,23(1):134-137. (in Chinese)

[8] 鲁敏,李英杰,王仁卿. 油松容器育苗基质性质与苗木生长及生理特性关系[J]. 林业科学,2005,41(4):86-93.

LU M, LI Y J, WANG R Q. The relation between the medium quality and the container seedling growth of Chinese pine and its physiological characteristics [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2005,41(4):86-93. (in Chinese)

[9] 袁冬明,林磊,严春风,等. 木荷轻基质网袋容器育苗技术研究[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2011,35(6):53-58.

YUAN D M, LIN L, YAN C E, et al. Studies on light weight medium fabric container for seedling culture techniques of *Schima superba* [J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Science Edition, 2011,35(6):53-58. (in Chinese)

[10] 何彦峰. 狭叶冬青种子休眠与萌发的研究[J]. 浙江林业科技, 2008,28(4):32-35.

HE Y F. Study on Dormancy and Germination of *Ilex fargesii* Seed [J]. Jour. of Zhejiang for. Sci. & Tech, 2008,28(4):32-35. (in Chinese)

[11] 乔胜英. 土壤理化性质实验指导书[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2012.4.

[12] 黄军华. 不同基质对金森女贞容器苗生长的影响[J]. 西北林学院学报,2012,27(4):149-152.

HUANG J H. Effects of different media on the growth of container seedlings of *Ligustrum japonicum* Howardii [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2012,27(4):149-152. (in Chinese)

[13] 刘勇. 苗木质量调控理论与技术[M]. 北京:中国林业出版社,1999.

[14] 陈平雁. SPSS1310 统计软件应用教程[M]. 北京:人民卫生出版社,2005.

[15] 屠娟丽,费伟英. 东南石栎容器育苗的基质筛选[J]. 西北林学院学报,2008,23(6):114-117.

TU J L, FEI W Y. Matrix selection on culturing container seedlings of *Lithocarpus harlandii* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008,23(6):114-117. (in Chinese)

[16] 盛海彦,吕才忠,段晓明,等. 不同基质红花岗岩黄芩容器育苗研究[J]. 西北林学院学报,2008,23(5):88-90.

SHENG H Y, LV C Z, DUAN X M, et al. Container seedlings cultivation of *Hedysarum multijugum* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008,23(5):88-90. (in Chinese)

[17] 曲良谱. 苦楝、枫杨容器育苗技术研究[D]. 南京:南京林业大学,2007.

[18] 金国庆,周志春,胡红宝,等. 3种乡土阔叶树种容器育苗技术研究[J]. 林业科学研究,2005,18(4):387-392.

JIN G Q, ZHOU Z C, HU H B, et al. Studies on container seedlings cultural techniques of three native broad-leaved tree species [J]. Forest Research, 2005,18(4):387-392. (in Chinese)

[19] 马海林,刘方春,马丙尧,等. 刺槐容器育苗基质特性及其评价[J]. 东北林业大学学报,2010,38(11):38-41.

MA H L, LIU F C, MA B Y, et al. Characteristics of media for container seedling cultivation of *Robinia pseudoacacia* and its evaluation [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2010,38(11):38-41. (in Chinese)