

植物废弃物混配基质对青冈和小叶青冈容器苗根系发育的影响

张国威¹, 叶素芬², 商侃侃^{1,①}

(1. 上海辰山植物园, 上海 201602; 2. 上海市园林工程有限公司, 上海 200083)

摘要: 以园土(A)、蚯蚓粪肥(B)、枝叶粉碎物堆肥(C)和碎木片(D)为基质成分,采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计对青冈 [*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.] 和小叶青冈 [*C. myrsinaefolia* (Bl.) Oerst.] 3年生容器苗的根系发育相关指标进行了测定和比较。结果表明:总体来看, $V(A):V(B):V(C):V(D)=1:2:2:1$ 混配基质中青冈以及 $V(A):V(B):V(C):V(D)=1:4:4:2$ 和 $V(A):V(B):V(C):V(D)=3:2:4:0$ 混配基质中小叶青冈的根系发育指标均较好。碎木片对2种植物根系综合评价指数的影响最大;理论上适宜青冈和小叶青冈根系发育的混配基质分别为 $V(A):V(B):V(C):V(D)=3:4:2:1$ 和 $V(A):V(B):V(C):V(D)=3:2:2:1$ 。

关键词: 青冈; 小叶青冈; 植物废弃物; 混配基质; 正交试验

中图分类号: Q948.113; S688.9; S792.99.05 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2023)02-0092-03

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2023.02.11

Effects of mixed substrates of plant wastes on root development of container seedlings of *Cyclobalanopsis glauca* and *C. myrsinaefolia* ZHANG Guowei¹, YE Sufen², SHANG Kankan^{1,①} (1. Shanghai Chenshan Botanical Garden, Shanghai 201602, China; 2. Shanghai Garden Engineering Co., Ltd., Shanghai 200083, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2023, 32(2): 92-94

Abstract: Taking garden soil (A), earthworm manure (B), branch and leaf crushing compost (C), and wood chip (D) as substrate components, the related indexes of root development of three-year-old container seedlings of *Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst. and *C. myrsinaefolia* (Bl.) Oerst. were determined and compared by using $L_9(3^4)$ orthogonal test design. The results show that the root development indexes of *C. glauca* in $V(A):V(B):V(C):V(D)=1:2:2:1$ mixed substrate and *C. myrsinaefolia* in $V(A):V(B):V(C):V(D)=1:4:4:2$ and $V(A):V(B):V(C):V(D)=3:2:4:0$ mixed substrates are relatively good in general. Wood chip has the greatest influence on root comprehensive evaluation indexes of the two species, and the theoretically suitable mixed substrates for root development of *C. glauca* and *C. myrsinaefolia* are $V(A):V(B):V(C):V(D)=3:4:2:1$ and $V(A):V(B):V(C):V(D)=3:2:2:1$, respectively.

Key words: *Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.; *C. myrsinaefolia* (Bl.) Oerst.; plant waste; mixed substrate; orthogonal test

中国主要栽培珍贵树种中青冈属(*Cyclobalanopsis* Oerst.)植物有14种^[1],国内已有该属部分种类生物学特性和栽培方面的研究报道^[2-5]。目前,国内外广泛应用容器苗造林^[6],且容器苗培育基质以泥炭、珍珠岩和蛭石为主,利用稻壳、椰糠、枯枝落叶等农林废弃物培育容器苗的研究较少^[7-8]。已有研究表明:植物废弃物经粉碎后直接覆盖或堆肥处理,可以替代草炭等传统栽培基质^[9-10]。但由于原料和生产工艺不同,树皮块、碎木片、有机基质、蚯蚓粪肥、生物炭等植物废弃物的理化性质和功能差别较大^[11-12]。筛选适宜不同树种的植物废弃物混配基质对林木容器苗的培育、生产和应用有重要价值。

本研究以园土、蚯蚓粪肥、枝叶粉碎物堆肥和碎木片为基

质成分,对青冈 [*C. glauca* (Thunb.) Oerst.] 和小叶青冈 [*C. myrsinaefolia* (Bl.) Oerst.] 3年生容器苗进行 $L_9(3^4)$ 正交试验,以期筛选出适宜2种植物根系发育的混配基质。

1 材料和方法

1.1 实验地概况

实验地在上海辰山植物园试验苗圃(东经 $121^{\circ}11'05.76''$ 、北纬 $31^{\circ}04'48.10''$)内。该苗圃属北亚热带季风气候,年均温 15.4°C ,无霜期230 d;年均降水量 $1\ 103.2\ \text{mm}$,年降水天数137 d。苗圃为半敞开式育苗钢架大棚,顶盖为透明薄膜。

收稿日期: 2022-05-25

基金项目: 上海市科技创新行动计划(21DZ1203006); 上海市绿化和市容管理局科技攻关项目(G212407); 上海建工集团股份有限公司科研计划项目(21YJKF-15)

作者简介: 张国威(1989—),男,陕西潼关人,硕士,工程师,研究方向为植物栽培与城市园艺。

①通信作者 E-mail: shangkankan@163.com

引用格式: 张国威, 叶素芬, 商侃侃. 植物废弃物混配基质对青冈和小叶青冈容器苗根系发育的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2023, 32(2): 92-94.

1.2 材料

供试苗木为青冈和小叶青冈 3 年生容器苗, 苗高分别为 1.5~2.0 和 2.0~2.5 m。园土取自苗圃地; 蚯蚓粪肥主要为草本植物饲养蚯蚓的排泄物; 枝叶粉碎物堆肥和碎木片原料均为阔叶树修剪下来的树枝和落叶, 前者粒径较细(0.1~0.3 cm)且充分腐熟, 后者粒径较粗(3.0~3.5 cm)且粉碎后直接使用。

1.3 方法

1.3.1 实验设计 采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计, 分别将园土、蚯蚓粪肥、枝叶粉碎物堆肥、碎木片作为 A、B、C、D 因子, 4 个因子均设置 3 个水平。实验共 9 组, 即 T1 至 T9, 各组上述因子的体积比分别为 1:0:0:0、1:2:2:1、1:4:4:2、3:0:2:2、3:2:4:0、3:4:0:1、5:0:4:1、5:2:0:2、5:4:2:0。将各因子按照设置比例充分混匀, 于 2019 年 3 月选择生长状况和根系情况基本一致的植株进行移栽。种植盆的上口径、下口径和高度分别为 40.6、25.7 和 30.0 cm, 每盆 1 株, 每个树种每组 15 盆。实验期间采取常规养护管理。

1.3.2 根系发育指标测定 于 2019 年 11 月, 每组随机选 5 株

植株, 用根系取样器(直径 10 cm)在植株的 4 个方向分别钻取 0~30 cm 土层的根系, 同株根系混匀。挑出土壤中的所有根系, 用蒸馏水缓慢清洗干净; 参照文献[13]、使用 WinRHIZO Pro STD4800 根系分析系统(加拿大 Regent 公司)扫描并测定单株根系的表面积、体积、长度、平均直径和根尖数。扫描后, 将根系装入信封中于 80 °C 烘干至恒质量, 使用电子天平(精度 0.01 g)称量单株根干质量。

1.4 数据统计分析

使用 EXCEL 2010 软件, 采用隶属函数法对相关指标进行标准化处理, 计算综合评价指数^[10], 据此进行极差分析。

2 结果和分析

实验结果(表 1)表明: 从 9 个处理组的青冈单株根系发育指标看, T2 组[V(园土): V(蚯蚓粪肥): V(枝叶粉碎物堆肥): V(碎木片)=1:2:2:1]根系的表面积(878.72 cm²)、体积(25.44 cm³)、长度(2 358.30 cm)和平均直径(2.39 mm)

表 1 不同混配基质中青冈和小叶青冈根系发育指标比较

Table 1 Comparison on root development indexes of *Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst. and *C. myrsinaefolia* (Bl.) Oerst. in different mixed substrates

青冈单株根系发育指标 Individual root development indexes of <i>C. glauca</i>							
处理 ¹⁾ Treatment ¹⁾	表面积/cm ² Surface area	体积/cm ³ Volume	长度/cm Length	平均直径/mm Average diameter	根尖数 Root tip number	干质量/g Dry mass	综合评价指数 Comprehensive evaluation index
T1	492.60	14.34	1 408.77	2.32	5 750	32.22	1.55
T2	878.72	25.44	2 358.30	2.39	7 574	39.43	5.64
T3	698.80	18.65	2 110.40	2.14	7 187	33.81	3.28
T4	533.46	13.25	1 716.13	1.99	5 748	27.14	0.72
T5	483.73	14.84	1 299.02	2.34	5 235	36.19	1.55
T6	668.81	18.53	1 974.31	2.24	7 815	43.67	4.16
T7	545.75	14.27	1 677.59	2.10	7 183	29.31	1.75
T8	611.50	16.16	1 907.80	2.04	7 832	28.60	2.35
T9	616.99	17.97	1 712.32	2.28	6 949	41.66	3.35
小叶青冈株根系发育指标 Individual root development indexes of <i>C. myrsinaefolia</i>							
处理 ¹⁾ Treatment ¹⁾	表面积/cm ² Surface area	体积/cm ³ Volume	长度/cm Length	平均直径/mm Average diameter	根尖数 Root tip number	干质量/g Dry mass	综合评价指数 Comprehensive evaluation index
T1	374.53	12.85	894.99	2.67	2 646	26.98	1.54
T2	367.95	11.33	967.08	2.51	2 394	22.08	0.92
T3	544.53	20.13	1 225.05	2.97	3 832	35.64	4.43
T4	507.72	13.86	1 521.15	1.87	5 115	29.98	3.03
T5	566.70	14.35	1 857.58	2.07	7 874	26.58	4.10
T6	581.58	14.22	893.62	1.96	7 648	31.01	3.36
T7	392.58	9.71	1 282.31	1.95	6 136	22.54	1.54
T8	375.27	10.71	1 083.59	2.34	5 404	27.71	1.86
T9	397.49	11.31	1 125.94	1.50	4 394	24.29	1.06

¹⁾ T1: V(A): V(B): V(C): V(D)=1:0:0:0; T2: V(A): V(B): V(C): V(D)=1:2:2:1; T3: V(A): V(B): V(C): V(D)=1:4:4:2; T4: V(A): V(B): V(C): V(D)=3:0:2:2; T5: V(A): V(B): V(C): V(D)=3:2:4:0; T6: V(A): V(B): V(C): V(D)=3:4:0:1; T7: V(A): V(B): V(C): V(D)=5:0:4:1; T8: V(A): V(B): V(C): V(D)=5:2:0:2; T9: V(A): V(B): V(C): V(D)=5:4:2:0. A: 园土 Garden soil; B: 蚯蚓粪肥 Earthworm manure; C: 枝叶粉碎物堆肥 Branch and leaf crushing compost; D: 碎木片 Wood chip.

均最高,T8组[V(园土):V(蚯蚓粪肥):V(枝叶粉碎物堆肥):V(碎木片)=5:2:0:2]根系的根尖数(7 832)最大,T6组[V(园土):V(蚯蚓粪肥):V(枝叶粉碎物堆肥):V(碎木片)=3:4:0:1]根系的干质量(43.67 g)最高。从6个根系发育指标的总体状况来看,T2组青冈根系的发育状况明显优于其他处理组。从综合评价指数看,T2组最高,说明在供试9个处理组中,该组青冈的根系发育相对最好。

由表1还可以看出:从9个处理组的小叶青冈单株根系发育指标看,T6组根系的表面积(581.58 cm²)最高,T3组[V(园土):V(蚯蚓粪肥):V(枝叶粉碎物堆肥):V(碎木片)=1:4:4:2]根系的体积(20.13 cm³)、平均直径(2.97 mm)和干质量(35.64 g)最高,T5组[V(园土):V(蚯蚓粪肥):V(枝叶粉碎物堆肥):V(碎木片)=3:2:4:0]根系的长度(1 857.58 cm)和根尖数(7 874)最高。从6个根系发育指标的总体状况来看,T3和T5组小叶青冈根系的发育状况明显优于其他处理组。从综合评价指数看,T3组最高,说明在供试9个处理组中,该组小叶青冈的根系发育相对最好。

极差分析结果(表2)表明:从R值看,对青冈根系综合评价指数的影响从大到小依次为碎木片、蚯蚓粪肥、园土、枝叶粉碎物堆肥;对小叶青冈根系综合评价指数的影响从大到小依次为碎木片、蚯蚓粪肥、枝叶粉碎物堆肥、园土。从K值看,适宜青冈根系发育的混配基质为V(园土):V(蚯蚓粪肥):V(枝叶粉碎物堆肥):V(碎木片)=3:4:2:1;适宜小叶青冈根系发育的混配基质为V(园土):V(蚯蚓粪肥):V(枝叶粉碎物堆肥):V(碎木片)=3:2:2:1。

表2 基于青冈和小叶青冈根系综合评价指数的极差分析
Table 2 Range analysis based on root comprehensive evaluation indexes of *Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst. and *C. myrsinaefolia* (Bl.) Oerst.

因子 ¹⁾ Factor ¹⁾	青冈 <i>C. glauca</i>				小叶青冈 <i>C. myrsinaefolia</i>			
	K ₁	K ₂	K ₃	R	K ₁	K ₂	K ₃	R
A	283.70	284.52	262.58	2.35	227.89	251.78	229.35	2.65
B	262.18	283.50	284.12	2.44	220.30	247.19	241.53	2.99
C	275.65	283.03	271.11	1.32	242.61	246.60	219.81	2.98
D	262.98	272.60	264.22	3.20	228.83	256.58	223.61	3.66

¹⁾ A: 园土 Garden soil; B: 蚯蚓粪肥 Earthworm manure; C: 枝叶粉碎物堆肥 Branch and leaf crushing compost; D: 碎木片 Wood chip.

3 讨论和结论

植物根系尤其是侧根发育受土壤水分、微生物、重力效应、养分有效性的影响较大^[14-15]。植物废弃物含有丰富的有机质和氮、磷等养分,常被粉碎后与青石粒、珍珠岩、蛭石等混合用于土壤改良^[16]。迄今为止,虽然已有一些关于青冈和小叶青冈容器苗栽培基质的研究报道^[5,8,17],但这些研究使用的

材料多为1年生幼苗,选用基质以草炭、椰糠、珍珠岩等为主。本研究采用L₉(3⁴)正交试验设计,筛选出理论上适宜青冈和小叶青冈3年生容器苗根系发育的混配基质,分别为V(园土):V(蚯蚓粪肥):V(枝叶粉碎物堆肥):V(碎木片)=3:4:2:1和V(园土):V(蚯蚓粪肥):V(枝叶粉碎物堆肥):V(碎木片)=3:2:2:1。

参考文献:

- [1] 国家林业局. 中国主要栽培珍贵树种参考名录(2017年版)[EB/OL]. (2017-11-09)[2022-08-10]. <http://www.forestry.gov.cn/main/3954/20171109/1045203.html>.
- [2] 黄利斌, 窦全琴, 汤 瑾, 等. 栎树的生物学特性与栽培研究综述[J]. 江苏林业科技, 2014, 41(6): 43-50, 54.
- [3] 刘欲晓, 吴际友, 程 勇, 等. 青冈栎容器育苗基质筛选试验[J]. 湖南林业科技, 2018, 45(4): 45-48.
- [4] 程 勇, 吴际友, 刘 球, 等. 氮磷钾施肥配比对青冈栎幼苗生长的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2018, 38(6): 71-74.
- [5] 王素娟. 基质、施肥对青冈栎和赤皮青冈容器苗生长的影响[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2012: 40-44.
- [6] 马常耕. 世界容器苗研究、生产现状和我国发展对策[J]. 世界林业研究, 1994(5): 33-41.
- [7] 楚秀丽, 王秀花, 张东北, 等. 基质配比和缓释肥添加量对浙江楠大规格容器苗质量的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2015, 39(6): 67-73.
- [8] 焦雪辉, 史喜兵, 申潇潇. 不同基质配比对6种青冈属植物生长的影响[J]. 山西农业科学, 2022, 50(4): 532-539.
- [9] 商侃侃. 不同覆盖处理对红花槭种植土壤及植株生长的影响[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(3): 53-56, 70.
- [10] 商侃侃, 胡永红, 秦 俊. 不同基质配方对3种地被植物容器苗生长的影响[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(1): 146-150.
- [11] 陈玉成, 皮广洁, 黄伦先, 等. 城市生活垃圾蚯蚓处理的因素优化及其重金属富集研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(11): 2006-2010.
- [12] 黄利斌, 李荣锦, 王 成. 国外城市有机地表覆盖物应用研究概况[J]. 林业科技开发, 2008, 22(6): 1-8.
- [13] 杨瑞卿, 王本耀, 彭红玲, 等. 不同栽培基质对上海市4种行道树表型生长和根系发育的影响[J]. 林业科学研究, 2017, 30(4): 659-666.
- [14] 刘大同, 荆彦平, 李栋梁, 等. 植物侧根发育的研究进展[J]. 植物生理学报, 2013, 49(11): 1127-1137.
- [15] 张黎黎, 刘冰洋, 王一凡, 等. 植物根系研究进展[J]. 天津农业科学, 2016, 22(11): 11-18.
- [16] 严 巍, 杨瑞卿, 胡永红. 不同栽培基质条件对4种行道树木根系生长的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2019, 43(4): 192-198.
- [17] 陈秋夏. 青冈栎容器苗培育关键技术研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010: 98-99.

(责任编辑: 佟金凤)