

欧洲鹅耳枥高效低成本基质筛选

祝遵凌^{1,2,3,4}, 余萍^{3,4}, 程龙霞^{3,4}, 郁万文^{1,5}, 仲秀林⁴, 徐惠群⁴

(1. 南京林业大学 南方现代林业协同创新中心, 江苏 南京 210037; 2. 南京林业大学 艺术设计学院, 江苏 南京 210037; 3. 南京林业大学 风景园林学院, 江苏 南京 210037; 4. 江苏省彩色植物多角度开发工程技术研究中心, 江苏 靖江 214500; 5. 南京林业大学 林学院, 江苏 南京 210037)

摘要:以园土、蛭石、珍珠岩和草炭为基质材料,采用随机区组试验,设计 10 种基质配方,以园土为对照,对欧洲鹅耳枥一年生播种苗进行基质育苗试验,计算育苗成本、记录出苗率、测定植株的干物质积累量、苗高增长量、地径增长量、质量指数等,并对试验指标进行主成分分析,以期筛选出欧洲鹅耳枥一年生播种苗高效低成本基质。结果表明:不同基质的育苗成本、出苗率、质量指数、干物质积累量等差异显著,结合主成分分析结果,处理 4(园土:草炭:蛭石:珍珠岩=2:1:2:3)育苗成本最低且苗木质量最好,可以作为欧洲鹅耳枥生产育苗最佳基质参考。

关键词:欧洲鹅耳枥;低成本;基质;主成分分析

中图分类号:S 792 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)05-0095-04

欧洲鹅耳枥(*Carpinus betulus*)属桦木科(Betulaceae)鹅耳枥属(*Carpinus*)植物,又名西洋千金榆,在欧洲中部广泛分布,是原始森林群落重要的树种之一^[1-2]。欧洲鹅耳枥以冠形优美,枝型紧凑,具有明显的季节色相变化等特征成为著名的秋季彩叶树种,在欧洲已有 1 800 多年的栽培历史,并以行道树、绿篱等形式得到了广泛的园林应用^[3]。全世界约有 40 种该属植物,我国作为鹅耳枥属分布中心,有 25 种左右。国内对于鹅耳枥属植物的研究多集中在起源^[4]、分布^[5]。近年来,在欧洲鹅耳枥嫁接、组培、抗性等方面的研究取得了初步成果^[6-7],总体而言,我国对于欧洲鹅耳枥的研究、尤其是栽培方面的研究相对较少。现以欧洲鹅耳枥一年生播种苗为试材,以不同基质对其进行随机区组育苗试验,旨在筛选出高效低成本的欧洲鹅耳枥栽培基质,以期降低欧洲鹅耳枥在国内的育苗成本,扩大其在国内的引种栽培。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试欧洲鹅耳枥种子于 2013 年购于法国。将种子

与沙以 1:3 的比例混合后,置于人工气候箱中进行湿沙变温层积催芽(先在 25℃ 层积 1 个月,后一直置于 5℃ 的恒温箱中),将露白的种子作为试验材料进行育苗基质的筛选材料。

1.2 试验方法

试验在南京林业大学实验教学中心温室内进行。基质采用园土(A)、草炭(B)、蛭石(C)和珍珠岩(D)按照不同的体积配比,以园土为对照,进行随机区组试验,分别对应 10 个基质处理(表 1)。将不同类型的基质搅拌均匀后,铺满 32 穴(532 mm×278 mm)的育苗穴盘中,将穴盘浇透水,于 2013 年 5 月 1 日将露白的种子点播于穴盘中,1 个穴盘为 1 个重复,共 3 次重复。试验期间进行常规育苗管理。

表 1 不同基质处理

Table 1	Different matrix treatments
处理 Treatment	V 园土 : V 草炭 : V 蛭石 : V 珍珠岩 V _{garden soil} : V _{peat} : V _{vermiculite} : V _{perlite}
处理 1	1 : 1 : 1 : 1
处理 2	1 : 2 : 2 : 2
处理 3	1 : 3 : 3 : 3
处理 4	2 : 1 : 2 : 3
处理 5	2 : 2 : 3 : 1
处理 6	2 : 3 : 1 : 3
处理 7	3 : 1 : 3 : 2
处理 8	3 : 2 : 1 : 3
处理 9	3 : 3 : 2 : 1
处理 10(CK)	1 : 0 : 0 : 0

1.3 项目测定

1.3.1 基质育苗成本的计算和成苗率记录 记录种子

第一作者简介:祝遵凌(1968-),男,博士,教授,博士生导师,研究方向为园林植物造景及应用。E-mail:zhuzunling@aliyun.com.

基金项目:江苏省工程技术研究中心建设资助项目(BM2013478);江苏省科技计划资助项目(BY2015006-01);江苏省科技支撑计划资助项目(BE2012345);江苏省六大人才高峰资助项目(NY-029);江苏省“青蓝工程”资助项目(2012)。

收稿日期:2015-09-22

成本和基质成本,统计基质育苗成本。自播种起到发芽完全对其成苗率进行观测和记录。

1.3.2 植株生长指标的测定 在2014年5月中旬到10月中旬期间,选取3株长势一致的植株,每隔15d进行苗高、地径的测定。用最后的苗高、地径值减去最初的苗高、地径值得到苗高、地径的增长量。用电子天平(精确度达0.0001g)称量植株的鲜质量(将植株洗净,用超纯水洗净吸干水分)和干质量(105℃杀青30min,90℃烘干至恒重,冷却),重复3次,取平均值。再根据公式测定苗木的质量指数(QI)^[9]。 $QI = \text{苗木总干重(g)} / [(\text{苗高(cm)}/\text{地径(mm)} + \text{茎干重(g)})/\text{根干重(g)}]$ 。

1.4 数据分析

试验所得数据利用SPSS 19.0进行方差分析、多重比较和主成分分析,利用Excel 2010进行图表的绘制。

2 结果与分析

2.1 不同配方欧洲鹅耳枥穴盘育苗成本比较

不同基质的欧洲鹅耳枥穴盘育苗成本如表2所示,所有基质的育苗成本均介于27~30元/百株,其中育苗成本最高的处理10(园土),达到29.62元/百株,基质成本最低,但种子成本消耗过多,造成育苗成本的上升;处理4(27.24元/百株)和处理8(27.88元/百株)的育苗成本最低,处理4的种子成本和基质成本相对其它处理均比较低,而处理8在种子成本不占优势的前提下,基质成本较低使得总成本有所下降。

表2 不同配方欧洲鹅耳枥穴盘育苗成本比较

Table 2 Cost comparison of different matrix treatments plug seedling of *Carpinus betulus* 元/百株

基质号 No.	种子成本 Seed costs	穴盘成本 Cell pan costs	基质成本 Substrate costs	管理成本 Management costs	其它耗材 Other costs	成本合计 Total costs
1	15.00	4.2	1.38	5	3.5	29.08
2	13.80	4.2	1.52	5	3.5	28.02
3	14.00	4.2	1.6	5	3.5	28.30
4	13.20	4.2	1.34	5	3.5	27.24
5	14.45	4.2	1.46	5	3.5	28.61
6	14.21	4.2	1.32	5	3.5	28.23
7	14.00	4.2	1.30	5	3.5	28.00
8	14.00	4.2	1.18	5	3.5	27.88
9	14.43	4.2	1.26	5	3.5	28.39
10	16.46	4.2	0.46	5	3.5	29.62

注:草炭土 80 元/m³,珍珠岩 70 元/m³,蛭石 100 元/m³,园土 30 元/m³。

Note: Peat 80 RMB/m³, perlite 70 RMB/m³, vermiculite 100 RMB/m³, garden soil 30 RMB/m³.

2.2 不同基质对欧洲鹅耳枥出苗率的影响

如图1所示,试验中发现经变温层积露白后的欧洲鹅耳枥种子播种后,发芽成活率很高,基本都能达到80%以上。经多重比较分析表明,不同基质处理间差异性显著($P < 0.05$),其中处理4与处理10差异性显著,处理4的播种苗发芽率达到98.44%,而园土(处理10)的

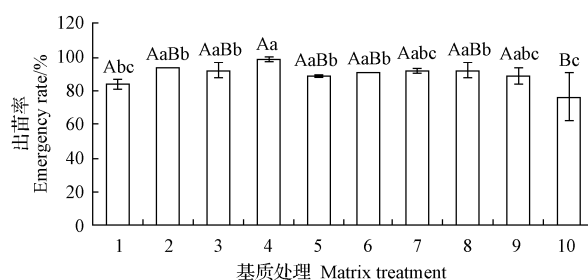


图1 不同基质处理的欧洲鹅耳枥播种苗出苗率

Fig. 1 Seedling emergence rate of *Carpinus betulus* treated by different matrix treatments

发芽率最低,仅为76.56%。

2.3 植株干物量积累量、苗高、地径增长量和质量指数

干物质积累量又叫生物量,可以用于衡量植株生长的优劣。图2反映出了不同基质处理欧洲鹅耳枥的干物质积累情况,可以看出,处理1、处理2、处理4、处理5和处理9的根系生物量积累水平较高,处理2和处理4根系积累量最多,而处理10根系生物量积累最少;处理7、处理4、处理2和处理8的茎、叶干物质积累量水平较高,其中处理7最高,处理4次之,而处理10最低;在全株生物量方面则以处理4最高,处理7次之、处理2、处理8也较高,而处理10最少。

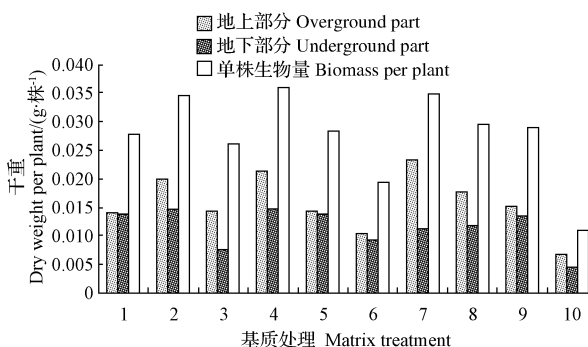


图2 不同基质处理欧洲鹅耳枥幼苗干物质量的积累

Fig. 2 Effect of different matrix treatments on seedling dry weight accumulation of *Carpinus betulus*

苗高、地径的增长量能有效反映苗木生长情况。试验中发现不同处理间苗高、地径增长量差异显著,处理8苗高增长量最大,达到3.43,处理4次之,为2.76,处理10和处理6的苗高增长量最小,最小值仅0.64;处理3地径增长量最大,达到0.112,处理1、处理7次之,处理4地径增长量较高,处理10地径增长量最低,仅有0.057。

质量指数是对苗木长势情况的综合考虑,由表3可知,处理1、处理2、处理4、处理7和处理9的苗木质量指数(QI)相对其它处理要高,最大值达到0.010,而处理10的质量指数最低,仅为0.003。说明处理10的基质不适合欧洲鹅耳枥生长。

表 3 不同基质处理欧洲鹅耳枥幼苗苗高、地径增长量和质量指数

Table 3 Different substrate processing European hornbeam seedlings height,lands diameter growth and quality index

处理	苗高增长量	地径增长量	质量指数	处理	苗高增长量	地径增长量	质量指数
Treatment	Seedling height growth/cm	Ground diameter growth/cm	Quality index(QI)	Treatment	Seedling height growth/cm	Ground diameter growth/cm	Quality index(QI)
处理 1	1.19	0.106	0.009	处理 6	0.77	0.082	0.006
处理 2	1.61	0.084	0.010	处理 7	2.18	0.106	0.009
处理 3	2.54	0.112	0.006	处理 8	3.43	0.103	0.007
处理 4	2.76	0.098	0.009	处理 9	1.48	0.104	0.009
处理 5	1.33	0.081	0.008	处理 10	0.64	0.057	0.003

3.4 不同基质处理欧洲鹅耳枥的主成分分析

对不同基质处理欧洲鹅耳枥基质成本、质量指数、出苗率、干物质积累量、苗高、地径等 6 个指标做主成分分析。由表 4 可知,基质成本、出苗率组分的累积贡献率已经达到约 85%的信息,代表了绝大部分信息,因此其它 4 个指标可以忽略不计,这样就将不同基质处理欧洲鹅耳枥的 6 个指标转化为 2 个独立的主成分。在各项生长指标值及主成分特征向量基础上,可分别求出每一处理基质的 2 个主成分值 $[CI(x)]$,由于 2 个主成分在评价各处理基质时的侧重不同,因此需要用隶属函数法再次对其进行评价。运用公式 $\mu(x_j)=(x_j-x_{min})/(x_{max}-x_{min})$ 求得各主成分的隶属函数值 $\mu(x)$,其中 x_j 表示第 j

个主成分值, x_{min} 表示第 j 个主成分的最小值, x_{max} 表示第 j 个主成分的最大值。对不同处理基质的各主成分隶属函数值分别加权 $Y(x)$ 后求和,即可得到各处理的综合评价值(D 值)^[10]。计算出各处理的综合得分如表 5 所示,处理 4 的 D 值最高,处理 7、处理 2 次之,处理 10 最低。

表 4 不同基质处理欧洲鹅耳枥主成分分析

Table 4 Different matrix treatments processing European hornbeam principal component analysis

成份	合计 Total	初始特征值 Initial eigenvalues	累积 Cumulation/ %
Component		方差 Variance/ %	
1	4.781	68.298	68.298
2	1.131	16.155	84.453

表 5 不同基质处理欧洲鹅耳枥主成分分析综合得分

Table 5 Different matrix treatments processing European hornbeam principal component analysis comprehensive score

处理	CI(1)	CI(2)	$\mu(1)$	$\mu(2)$	Y(1)	Y(2)	D
Treatment							
1	-0.209 89	1.288 94	-0.458 934 936	1.370 768 147	-0.371 138 012	0.262 235 923	-0.108 902 090
2	0.604 45	1.041 78	1.321 660 023	1.107 917 234	1.068 818 770	0.211 951 014	1.280 769 784
3	0.014 11	-1.648 18	0.030 852 218	-1.752 814 44	0.024 950 009	-0.335 323 601	-0.310 373 593
4	1.262 60	-0.361 07	2.760 737 769	-0.383 992 47	2.232 592 570	-0.073 459 994	2.159 132 576
5	-0.202 54	0.946 85	-0.442 863 795	1.006 960 619	-0.358 141 374	0.192 637 426	-0.165 503 949
6	-0.667 90	-0.141 07	-1.460 396 607	-0.150 025 806	-1.181 014 239	-0.028 700 810	-1.209 715 048
7	0.745 81	-0.160 21	1.630 750 702	-0.170 380 906	1.318 778 604	-0.032 594 859	1.286 183 745
8	0.609 12	-1.308 80	1.331 871 210	-1.391 888 956	1.077 076 498	-0.266 276 456	0.810 800 042
9	0.198 51	0.759 52	0.434 052 000	0.807 738 004	0.351 015 326	0.154 524 980	0.505 540 307
10	-2.354 25	-0.417 75	-5.147 684 852	-0.444 270 791	-4.162 902 787	-0.084 991 587	-4.247 894 374

3 结论与讨论

要从多种基质中选出欧洲鹅耳枥的最佳栽培基质,就需要从欧洲鹅耳枥的育苗成本、出苗率、干物质积累量等多种指标来综合观测分析,用主成分分析法将原来多个彼此关系错综复杂的指标转换成数个彼此相互独立的主成分^[11-12],再利用隶属函数法进行综合评价,二者结合使结果更加科学可靠^[13]。这些主成分既能多方面地反映原指标的信息,又能将差异不明显的各原指标信息集中表现出来,而且根据主成分贡献率的大小还可以了解其相对重要性^[14]。该研究将原来的 6 个单项指标综合成 2 个相互独立的主成分,并得到综合评价值(D 值),根据 D 值的大小可以较准确地了解欧洲鹅耳枥在不同基质上的生长情况,从而挑选出欧洲鹅耳枥的高效低成本基质配方。

该研究表明处理 10 的 D 值最低,可能是处理 10 均

为园土,园土的容重大且营养成分不高而对植物生长不利,从而导致其综合评价值最低。因此,在生产中不宜单独使用园土作为欧洲鹅耳枥的基质。其余处理 D 值均高于处理 10,说明在园土的基础上添加草炭、蛭石和珍珠岩有利于欧洲鹅耳枥的生长。处理 4 D 值最高,说明以 $V(\text{园土}):V(\text{草炭}):V(\text{蛭石}):V(\text{珍珠岩})=2:1:2:3$ 的基质是欧洲鹅耳枥栽培的最佳基质,最适宜欧洲鹅耳枥的生长,使其苗高增长量、地径增长量、出苗率、干物质积累量(地上、地下)等均明显优于其它处理。并且,处理 4 的育苗成本最低,操作管理简便,可在欧洲鹅耳枥的生产实践中参考与推广应用。

合理的基质配比对于提高种子成苗率,缩短育苗周期、培育优质壮苗等有非常重要的意义。不同基质对欧洲鹅耳枥生长的影响差异性明显,基质对苗高增长量影响大于对地径增长量的影响,这与李玲莉等^[15]对北

美柔枝松容器苗的基质筛选及年生长规律,以及周跃华等^[16]提出不同基质处理对植株生物量的影响不同的研究结果一致。试验表明,不同基质对欧洲鹅耳枥幼苗各器官生物量的积累不同。处理 7 的地上部分干重最大(0.233 g/株),处理 4 的地下部分干重最大(0.359 g/株),说明处理 7 有利于促进欧洲鹅耳枥茎叶的生长,而处理 4 的基质有利于促进欧洲鹅耳枥根系的生长。以何种基质配比可以既使欧洲鹅耳枥的根部生长最好又使其茎叶生长最好还需要进一步探讨。

参考文献

- [1] HUNTLEY B, BIRKS H J B. An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0—13 000 years ago[M]. London: Cambridge University Press, 1983: 22-24.
- [2] RALSKA-JASIEWICZOWA M, MIOTK S G, ZACHOWICA M, et al. Seed dormancy and oxidation processes[J]. Symp Soc Exp Biol, 1969, 23: 161-192.
- [3] PAULA M. *Carpinus* L. The woody plant seed manual[M]. Washington, D. C: USDA Forest Production, 2006, 97: 1920-1926.
- [4] 傅立国. 中国高等植物: 第 4 卷[M]. 青岛: 青岛出版社, 2003: 59-65.
- [5] 陈之端, 邢树平, 梁汉兴, 等. 鹅耳枥和虎榛子雌性生殖器官的形态发生[J]. 植物学报, 2001, 43(11): 1110-1114.
- [6] 胡先啸. 中国鹅耳枥属志资料[J]. 植物分类学报, 1964, 9(3): 281-300.
- [7] 赖文胜. 长序榆一年生播种苗的年生长规律[J]. 南京林业大学学报, 2001, 25(4): 57-60.
- [8] 王飒, 周琦, 祝遵凌. 干旱胁迫对欧洲鹅耳枥幼苗生理生化特征的影响[J]. 西北植物学报, 2010, 25(4): 87-91.
- [9] 彭玉华, 郝海坤, 曹艳云, 等. 大叶栎容器苗育苗期的施肥试验[J]. 西部林业科学, 2010, 39(4): 8-14.
- [10] 张文霖. 主成分分析在 SPSS 中的操作应用[J]. 市场研究, 2015, 12: 31-34.
- [11] NIELSEN D C, NELSON N O. Black bean sensitivity to water stress at various growth stages[J]. Crop Sci, 1998, 38: 422-427.
- [12] ZHANG J, ARELLI P R, SLEPER D A, et al. Genetic diversity of soybean germplasm resistant to *Heterodera glycines* [J]. Euphytica, 1999, 107: 205-216.
- [13] 李贵全, 张海燕, 季兰, 等. 不同大豆品种抗旱性综合评价[J]. 应用生态学报, 2006, 17(12): 2408-2412.
- [14] 余家林. 农业多元试验统计[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993: 141-192.
- [15] 李玲莉, 李吉跃, 郭素娟. 北美柔枝松容器苗的基质筛选及年生长规律研究[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(4): 87-91.
- [16] 周跃华, 聂艳丽, 赵永红, 等. 国内外固体基质研究概况[J]. 中国生态学报, 2005, 13(4): 40-43.

Selection of Efficient Low-cost Substrate of *Carpinus betulus*

ZHU Zunling^{1,2,3,4}, YU Ping^{3,4}, CHENG Longxia^{3,4}, YU Wanwen^{1,5}, ZHONG Xiulin⁴, XU Huiqun⁴

(1. South Modern Forestry Cooperative Innovation Center, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037; 2. College of Art and Design, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037; 3. College of Landscape Architecture, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037; 4. Colorful Plant Multi-angle Development Engineering Technology Research Center of Jiangsu Province, Jingjiang, Jiangsu 214500; 5. College of Forestry, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037)

Abstract: Taking garden soil, vermiculite, perlite and peat as matrix materials, using randomized block experiment, designed 10 kinds of matrix formulation, garden soil as contrast to research *Carpinus betulus* annual seeding seedlings on the matrix of test, calculated the cost of seedling, seedling emergence and determination of amount of dry matter accumulation of plant, growth in seedling height, ground diameter growth, quality index, etc., and principal component analysis was carried out on the test index, so as to screen out *Carpinus betulus* annual efficient low-cost substrate of sow. The results showed that the difference of seedling cost, germination rate, the quality index, dry matter accumulation in different substrates was extremely obvious, combining with principal component analysis, different substrates had different seedling raising cost, No. 4 (garden soil, peat, vermiculite, perlite=2:1:2:3) had the lowest cost of seedling and seedling quality was the best, therefore, No. 4 was the best matrix of seedling *Carpinus betulus* with low cost and high efficiency, which could be used as a best matrix *Carpinus betulus* seedling production reference.

Keywords: *Carpinus betulus*; low cost; substrate; principal component analysis