

中华红叶杨幼林施肥试验

田勇¹ 简霁¹ 李永虎¹ 蔡小虎² 王宇² 王丽² 闵安民^{2*} 李红霞²

(1. 江油市林业局, 四川 江油 621700; 2. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081)

摘要: 在成都市新都区灰色潮土上采用完全设计和正交设计方法, 进行中华红叶杨幼林施肥试验。结果表明: 单一养分元素肥料施用效果 $K > N > P$, 肥料配合施用效果 $N + P + K > N + K > N + P > P + K$, 适宜的施肥配方为尿素 $150 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ + 过磷酸钙 $220 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ + 硫酸钾 $75 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ 。

关键词: 中华红叶杨; 幼龄林; 施肥配方; 效果

中图分类号: S714.8

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2015)04-0053-04

Research on Fertilizer Application of Young *Populus deltoids* cv. Zhonghuahongye Growth

TIAN Yong¹ JIAN Ji¹ LI Yong-hu¹ CAI Xiao-hu² WANG Yu²
WANG Li² MIN An-min^{2*} LI Hong-xia²

(1. Forestry Bureau of Jiangyou City, Jiangyou 621700; 2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China)

Abstract: The trials of fertilization using complete and orthogonal design for the young growth of *Populus deltoids* cv. Zhonghuahongye were conducted on the fluviogenic soil in Xindu District of Chengdu City. The results showed that the effects of single nutrient element fertilizer and mixed fertilizer were $K > N > P$ and $N + P + K > N + K > N + P$ and $P + K$, respectively, and it was obvious for the effect of fertilization formula of $150 \text{ g} (\text{NH}_2)_2\text{CO} + 220 \text{ g} \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 75 \text{ g} \text{K}_2\text{SO}_4$ for each tree.

Key words: *Populus deltoids* cv. Zhonghuahongye, Young growth, Fertilization formula, Effect.

中华红叶杨 (*Populus deltoids* cv. Zhonghuahongye) 是河南省林业科学研究院于 2000 年春发现的美洲黑杨无性系 2025 杨的芽变品种, 属大乔木彩叶树种, 叶红色艳, 形状稳定, 生长速度与其他杨树品种相同, 景观绿化效果显著^[1]。它是观赏和速生丰产有机结合在一起的杨树良种, 作为园林彩叶树种, 难以找到除中红杨以外的一个既是高大乔木又如此速生的彩叶树, 是生成景观速度最快的树种, 与其它黄、绿乔、灌木树种配置, 更会显示出其鲜艳夺目的效果, 在通道绿化、城乡美化、城区绿化中具有十分广阔的应用前景; 作为用材树种, 具有杨树的速生性, 但不产飞絮, 不污染环境, 实用性强, 可以广泛种植, 适合营造速生丰产林、农田保护林和农杨间作林, 成材早, 木质好, 抗性强, 适应性广, 是短伐期工

业用材树种, 能很快产生可观的经济效益^[2]。

由于中华红叶杨为适应性广的绿化、用材兼用品种, 全国各地广泛引种栽植。近年来, 在中华红叶杨引种栽培试验、扦插育苗、嫁接育苗等繁殖技术, 栽培技术方面开展了不同程度的研究^[3-9]。在施肥技术研究方面, 多年来主要集中于杨树其它种类的养分特点、苗木配方施肥、人工林培育及施肥技术等方面的研究皆有报道^[10-16], 对中华红叶杨幼林的施肥研究鲜有报道。中华红叶杨因其具有杨树的速生性, 幼林期对养分需求旺盛, 施肥效果显著^[17, 18]。因此, 幼林的施肥是充分发挥其丰产速生性和造林地快速成景、成林的重要措施之一。为此, 我们进行了中华红叶杨幼林的施肥试验, 以为中华红叶杨幼林的施肥管理提供科学依据。

收稿日期: 2015-05-21

基金项目: 林业公益性行业科研专项项目: 川西山地退化风景林生态恢复关键技术研究 (201104026)。

作者简介: 田勇 (1971-) 男, 工程师, 主要从事林业科技推广工作。

* 通讯作者: 闵安民 (1963-) 男, 四川资中人, 研究员, 主要从事土壤肥力与植物施肥研究。minanmin@126.com。

1 试验地概况

试验地位于成都市新都区,地理位置东径 $103^{\circ}54'02'' \sim 104^{\circ}16'54''$,北纬 $30^{\circ}40'40'' \sim 30^{\circ}57'58''$ 。试验地所处的地形地貌为平原,海拔 $470 \text{ m} \sim 475 \text{ m}$;土壤为沱江支流清白江、毗河及蒙阳河水系的冲积

物发育的灰色潮土,土层较深厚;土壤呈中性反应,土壤有机质、全 N、全 P、全 K、有效 P 含量和微量元素 Fe、Zn 有效性较高,水解 N 含量中等水平,速效 K 含量低;土壤质地粘壤土,物理性状好,不粘重板结,较疏松,通气透水。土壤具有良好的保水、保肥能力(见表 1 和表 2)。

表 1 试验地土壤化学性质

采样深度 (cm)	pH 值	有机质 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全 N ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全 P ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全 K ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	水解 N ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有效 P ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效 K ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有效 Fe ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有效 Zn ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
0~40	7.44	19.56	0.98	0.86	17.20	77.72	6.12	29.40	115.8	7.85

表 2 试验地土壤颗粒组成

采样深度 (cm)	颗粒含量 (mm %)							质地名称
	1.0~2.0	0.5~1.0	0.25~0.5	0.05~0.25	0.02~0.05	0.002~0.02	<0.002	
0~40	0.11	0.26	1.16	30.30	17.29	33.15	17.73	粘壤土

试验地所处区域属亚热带季风湿润性气候,年平均气温 16.1°C ,年平均最高气温 16.7°C ,年平均最低气温 15.4°C ,高低差为 1.3°C 。年极端最高气温为 37.1°C ,最低为 -5.4°C ,极值相差 42.5°C 。有效积温为 2551.9°C 。年平均日照时数为 1401.3 h 。年平均相对湿度 81.5% ,多年平均降水量 911.7 mm 。年平均无霜期 279 d [3]。

试验地设置于立地条件较均一、生长较一致的中华红叶杨造林地,造林密度 $167 \text{ 株} \cdot 0.067 \text{ hm}^{-2}$ (株行距 $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$),试验地面积 0.4 hm^2 。试验地造林时间为试验实施前 1 年的 9 月份(栽植苗木为 2 a 生)。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

试验用肥料:尿素— $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$,含 N 量 46% ;过磷酸钙— $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$,含 P_2O_5 12% ;硫酸钾— K_2SO_4 ,含 K_2O 50% 。

2.2 试验设计

(1) 施肥因素与水平:试验施用肥料及施肥量见表 3。

表 3 施肥因素水平 (单位: $\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)

因素	水平		
	0	1	2
N(尿素)	0	100	150
P(过磷酸钙)	0	220	330
K(硫酸钾)	0	50	75

(2) 试验处理设计:试验处理设计采用完全方案与正交设计相结合的方法,对表 3 中 N、P、K 肥料 3 因素进行不施肥和施肥水平 1 的肥料种类肥效试验,采用完全方案设计(见表 4),对 N、P、K 肥料开展施肥水平 1 和水平 2 的肥料配方试验,采用 $L_4(2^3)$ 正交设计 [19] (见表 5)。

表 4 N、P、K 肥料肥效试验完全方案

(单位: $\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)

处理编号	因素		
	N	P	K
1	N_0	P_0	K_0
2	N_1	P_0	K_0
3	N_0	P_1	K_0
4	N_0	P_0	K_1
5	N_1	P_1	K_0
6	N_1	P_0	K_1
7	N_0	P_1	K_1
8	N_1	P_1	K_1

表 5 $L_4(2^3)$ 正交设计(单位: $\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)

处理编号 (续表 4)	因素		
	N	P	K
8	N_1	P_1	K_1
9	N_1	P_2	K_2
10	N_2	P_1	K_2
11	N_2	P_2	K_1

两方案设计可共用对照(处理号 1— $N_0P_0K_0$)和施肥处理— $N_1P_1K_1$,减少试验处理数量。试验共布设 11 个处理:1— $N_0P_0K_0$ (CK)、2— $N_1P_0K_0$ 、3— $N_0P_1K_0$ 、4— $N_0P_0K_1$ 、5— $N_1P_1K_0$ 、6— $N_1P_0K_1$ 、7—

$N_0P_1K_1$ 、8 - $N_1P_1K_1$ 、9 - $N_1P_2K_2$ 、10 - $N_2P_1K_2$ 、11 - $N_2P_2K_1$ 。

(3) 试验田间排列: 试验处理排列采取随机区组法, 每处理 20 株 4 次重复。

2.3 施肥时间及方法

在 4 月下旬将肥料一次性施用。在植株树冠投影下挖深 15 cm ~ 20 cm 的环形沟, 将试验处理要求所施肥料种类及用量均匀施于沟中, 覆土。施肥最好选择在下雨前或雨后进行, 若施肥遇旱情, 施肥后应浇足量的水, 以利于根系对肥料养分的吸收利用。

2.4 生长调查

在施肥当年的红叶杨生长末期, 对试验地内植株进行每木检尺测定胸径。

2.5 数据分析

采用对比分析、正交检验的极差分析和方差分析^[19]。

3 结果分析

施肥试验地中华红叶杨生长观测结果见表 6。

重复	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	0.4	0.3	0.4	0.5	1	0.8	1	0.8	1	1	1.2
II	0.4	0.8	0.6	0.8	0.4	0.8	0.6	1	1.8	0.8	1
III	0.2	0.6	0.6	0.6	0.8	0.9	0.4	0.6	0.4	1.6	0.4
IV	0.8	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.8	0.8	1	1.2	0.8
平均	0.45	0.6	0.55	0.65	0.7	0.75	0.7	0.8	1.05	1.15	0.85

3.1 施肥的效果

施肥试验地中华红叶杨胸径生长量方差分析(表 7)。

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平
区组间	0.1791	3	0.06	0.719	0.5485
处理间	1.72	10	0.172	2.072	0.0603
误差	2.4909	30	0.083		
总变异	4.39	43			

通过双方向方差分析结果(表 7)看, F 测定结果表明试验处理间中华红叶杨的胸径生长量差异显著, 为进一步分析各处理间与对照的差异, 采用 L. S. D 进行多重比较结果的差异性(表 8)。

表 8 施肥试验中华红叶杨胸径生长量结果差异性

处理	均值	5% 显著水平	1% 极显著水平
处理 10	1.15	a	A
处理 9	1.05	ab	AB
处理 11	0.85	abc	ABC
处理 8	0.8	abc	ABC
处理 6	0.75	abc	ABC
处理 7	0.7	bc	ABC
处理 5	0.7	bc	ABC
处理 4	0.65	bc	ABC
处理 2	0.6	c	ABC
处理 3	0.55	c	BC
处理 1	0.45	c	C

从表 8 的比较中可以看出, 所有 10 个施肥试验处理中华红叶杨胸径均有增长效果, 与对照比较, 增长最小为 22.22%, 增长最大为 155.56%, 施肥处理

10 的效果最好, 其施肥配方是尿素 150 g · 株⁻¹, 过磷酸钙 220 g · 株⁻¹, 硫酸钾 75 g · 株⁻¹。中华红叶杨胸径生长量结果差异性分析表明, 试验处理 10 与试验处理 1、2、3、4、5、7 间的差异显著, 与试验处理 1、3 间的差异极显著。

3.2 肥料种类对红叶杨胸径生长的影响

从观测的结果看, 单施 N 肥、P 肥和 K 肥试验处理, 中华红叶杨的胸径生长量有一定的差异, 其效果是施 K > N > P, 生长量相差在 9.09% ~ 18.18%; 与对照比较, 胸径生长量增加 22.22% ~ 44.44%。但经方差分析, 三者之间无显著差异, 与对照比较亦无显著差异。单施三种肥料比较, 施 K 肥对中红杨胸径增长的贡献最大, 效果最好, 施 N 肥次之, 施 P 肥最小, 这与土壤速效 K 含量低、水解 N 含量中等和有效 P 含量较高相吻合。

3.3 不同肥料种类配合施用对红叶杨胸径生长的影响

NP、NK、PK 和 NPK 的配合施用试验处理的胸径生长量比单施 N 肥、P 肥和 K 肥试验处理的高 7.69% ~ 45.45%, 与对照比较, 胸径生长量增加 55.56% ~ 77.78%。肥料配合施用中, N、P、K 3 种元素肥料配合施用比两种元素肥料配合施用效果好, 两种元素肥料的配合施用, N、K 肥料配合施用效果较好, N、P 和 P、K 配合施用效果较差, 与上述肥料种类单施效果基本一致。由此说明, 不同养分元素间的配合施用对中华红叶杨生长的效果有差异, 并与养分元素间协同增效、土壤中养分元素含量

等密切相关。

3.4 N、P、K 肥效主次分析

正交方差分析(表9)结果表明:N、P、K 水平间无显著差异。从方差贡献值、胸径相差值(NR = 0.075、PR = 0.025、KR = 0.275)的大小,反映出 N、P、K 3 因子中 K 影响最大,N 次之,P 最小(表11),与 N、P、K 肥料单施试验结果一致。

中华红叶杨幼林的 N、P、K 3 要素施肥中,K 元素肥料的肥效最大,与上述试验地土壤中 K 有效量低有很大的关系。由于中华红叶杨为早期速生树种,吸收和消耗土壤中养分较多,增加土壤中 N 和 P 元素,才能平衡地供给其生长所需的养分,所以配合施用 P、K 肥也是必要的。

表9 N、P、K 肥效方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	F0.05	F0.01
N	0.0225	1	0.0225	0.14	5.12	10.56
P	0.0025	1	0.0025	0.016		
K	0.3025	1	0.3025	1.89		
区组间	0.3275	3	0.10917	0.68	3.86	6.99
试验误差	1.4425	9	0.16028			
总的	2.0975	15				

3.5 中华红叶杨幼林施肥效益

在本试验 N、P、K 3 要素的施肥配方水平中,肥效最高的分别为 N150,胸径平均增长 1.0 cm,P220 平均增长 0.975 cm,K75 平均增长 1.1 cm(表10)。由此可见,中华红叶杨幼林优化的 3 要素施肥配方为 N150、P220、K75,这一施肥配方正好是第 10 处理,是中华红叶杨幼林胸径年均增长最高的施肥处理。

表10 巨按幼林胸径增长与施肥水平的关系

施肥水平	N	P	K
1	0.925	0.975	0.825
2	1	0.95	1.1

4 结论

N、P、K 单一养分肥料的施用对中华红叶杨生长的效果为 K 肥最好,N 肥次之,P 肥较差。

N、P、K 肥配合施用对中华红叶杨生长的效果

是 $N + P + K > N + K > N + P, P + K$ 。

通过施肥配方的正交试验,中华红叶杨幼林在灰色潮土上适宜的施肥配方为尿素 $150 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ + 过磷酸钙 $220 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ + 硫酸钾 $75 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ 。

参考文献:

- [1] 汤举红. 中华红叶杨及其应用[J]. 农机服务, 2007, 24(11): 97~98.
- [2] 周文科. 中华红叶杨发展前景广阔[J]. 农村新技术, 2009(18): 19~20.
- [3] 易培军, 张锡九, 李大明, 等. 中华红叶杨在成都地区的引种栽培试验初报[J]. 四川林业科技, 2011, 32(1): 98~102.
- [4] 韩富军. 中华红叶杨在兰州地区的引种试验[J]. 青海大学学报(自然科学版), 2009, 27(1): 75~77, 81.
- [5] 陈新林, 马耀祖, 孙育红, 等. 中华红叶杨覆膜垄插快繁技术[J]. 中国园艺文摘, 2009, 25(9): 159~160.
- [6] 印道胜, 徐华贵, 刘爱忠, 等. 中华红叶杨扦插育苗技术研究[J]. 林业科技, 2007, 32(5): 1~3.
- [7] 杨留成, 张艳枝, 李敬, 等. 中华红叶杨嫁接育苗技术研究[J]. 河北林果研究, 2009, 24(1): 14~16.
- [8] 郑祥辰, 刘星冶. 中华红叶杨硬枝嫁接育苗技术[J]. 山西林业科技, 2010, 39(1): 42~43.
- [9] 许鹏. 中华红叶杨栽培技术[J]. 山西林业, 2010(1): 22~23.
- [10] 余常兵, 罗治建, 陈卫文, 等. 幼龄杨树养分含量及其积累季节变化研究[J]. 福建林学院学报, 2005, 25(2): 181~186.
- [11] 薛丹, 陈金林, 于彬, 等. 杨树苗木配方施肥试验[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2009, 33(5): 37~40.
- [12] 于伯康, 韩永富. 杨树人工林施肥试验初报[J]. 林业勘察设计, 2008(1): 63~65.
- [13] 赵好, 陈金林, 于彬, 等. 杨树速生丰产配方施肥试验[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(11): 26~28.
- [14] 姜岳忠, 王桂岩, 吕雷昌, 等. 杨树纸浆材定向培育技术研究[J]. 林业科学, 2004, 40(1): 123~130.
- [15] 马晖, 于卫平, 黄利江, 等. 杨树速生丰产林施肥技术试验研究 I. 基肥试验[J]. 林业科学研究, 2004, 17(z1): 122~126.
- [16] 马晖, 于卫平, 黄利江, 等. 杨树速生丰产林施肥技术试验研究 II. 基肥试验[J]. 林业科学研究, 2004, 17(z1): 23~30.
- [17] 金建忠. 杨树二耕土施肥肥效的研究[J]. 中南林业调查规划, 1995, 4(4): 59~61.
- [18] 刘寿坡, 刘献忠, 南健德. 意大利 214 杨林地施肥效应研究[J]. 林业科学, 1990, 20(6): 485~494.
- [19] 李昌伟, 连兆煌. 农业化学研究法[M]. 农业出版社, 北京, 1980.