

不同工艺桉树肥料基肥对一年生桉树生长的影响

谭长强^{1,2,3}, 申文辉^{2,3}, 王凌晖¹, 鲁莹莹¹, 胡厚臻¹, 侯文娟¹

(1. 广西大学 林学院, 广西 南宁 530002; 2. 广西林业科学研究院, 广西 南宁 530002;

3. 国家林业局中南速生材繁育实验室, 广西 南宁 530002)

摘要:以桉树为试材, 采用单因素随机区组设计, 对比研究了几种不同工艺桉树肥料(蒸气肥、硫酸肥、包衣缓释肥、林场自制无机肥和有机-无机肥)及活性肥对桉树生长的影响。结果表明:对桉树施用不同工艺桉树肥料作基肥, 其对桉树促进作用胸径比不施肥 CK 增加了 4.00%~12.86%, 树高比 CK 增加了 4.40%~16.47%; 材积比 CK 增加了 11.50%~38.56%。而不同生产工艺肥料对桉树生长的促进作用不同, 蒸气肥与硫酸肥对桉树树高促进作用较明显, 包衣肥对桉树胸径促进作用较明显, 而有机-无机肥能较好的促进桉树材积的积累; 在施用桉树专用无机肥的同时配施活性肥, 能更好的促进桉树生长, 但过量施用活性肥反而会抑制桉树生长。

关键词:桉树; 专用肥; 活性肥; 生长特征; 基肥

中图分类号:S 792.39 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)16-0157-04

桉树生长快、材质优, 木材广泛用于制浆造纸、纤维板及刨花板等, 是短周期工业原料林的首选树种^[1]。据统计, 广西现有桉树林面积近 186.7 万 hm^2 , 桉木材产量是全区木材总产量的 70% 以上^[2]。作物生长不仅与土地肥力及作物自身生长需求有关, 还与施肥种类及性质有关。同样, 桉树的施肥效果除受桉树自身营养特性^[3-4]、土壤类型^[5-6]等因素的影响外, 还与肥料品种和性质^[7-9]有关。一般情况下, 桉树抚育管理在种植后的第 1~3 年, 而种植后第 1 年往往为最关键的一年, 将直接关系到后期抚育管理成本和产出。基肥是影响桉树前期生长的关键性措施^[10], 也越来越受到社会各界的重视。李宝福^[11]试验得出钙镁磷肥比过磷酸钙用作桉树基肥更有利于桉树生长。王洪峰等^[12]用桉树专用肥对比几种常用肥料试验研究, 得出桉树专用肥用作基肥比用作追肥更有利于桉树生长。同时, 1~2 年生桉树往往也是桉树生长周期中抗风能力最差的时候。据报道, 2014 年仅台风“威马逊”造成广西林业直接经济损失超过 35 亿元, 而其中大部分来自桉树的大面积倒伏和折

断。因此, 通过对桉树施用不同工艺桉树肥料作基肥, 研究不同桉树肥料对 1 年生桉树生长的影响, 将有助于桉树经营措施的提高, 增强幼林桉树对逆境环境的适应, 降低桉树经营成本及自然灾害所带来的风险。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验共设 2 个试验地, 均为桉树新造林。其中玉林试验区位于广西国有六万林场, 北纬 $22^{\circ}33'$, 东经 $109^{\circ}51'$, 坡度 25° , 坡向南向, 属亚热带季风气候, 太阳辐射比较强烈, 年平均气温在 22°C , 极端最低温 -2°C , 极端最高温 38.4°C 。全年降水天数在 160 d 左右, 年平均无霜天数为 346 d, 具有明显的干湿季节, 年平均降雨量 1 650 mm, 主要集中在 5—9 月^[13], 秋冬季节易出现短期少雨干旱天气, 土壤以砂质岩坡积母质发育的赤红壤、黄壤为主, 海拔在 800~900 m。

南宁试验区位于广西南宁树木园, 北纬 $22^{\circ}40'$, 东经 $108^{\circ}21'$, 坡度 10° , 坡向南向, 海拔 190 m, 气候类型与玉林试验区相似, 同属亚热带季风性海洋气候。试验区土壤为第四纪红土、砂质岩发育的赤红壤, 土壤以砂壤土、轻壤土为主。2 个试验地土壤厚度均大于 1 m, 其 pH 值及营养状况见表 1, 依据土壤养分分级标准, 土壤肥力偏低。各试验区均采用单因素随机区组设计, 每块试验地设置 6 个处理, 其中 1 个不施肥对照(CK), 每处理 3 个重复, 共 36 个小区, 每小区约 1 000 m^2 (水平宽约为 20 m, 竖直长约为 50 m)。

第一作者简介:谭长强(1987-), 男, 硕士, 助理工程师, 研究方向为森林培育及森林生态。E-mail:315990730@qq.com.

责任作者:王凌晖(1965-), 男, 博士, 教授, 硕士生导师, 研究方向为森林培育及园林植物栽培。E-mail:wanglinghui97@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31360174); 广西“十一五”林业科技重大资助项目(桂林科字[2010]第 6 号); 广西林业科技资助项目(桂林科字[2012]第 7 号)。

收稿日期:2015-05-18

表 1

试验地土壤养分概况

Table 1

The nutrient status of soil

试验地 Plot	土层深度 Soil depth /cm	pH 值 pH value	有机质 Organic matter /(g·kg ⁻¹)	全氮 Total N /(g·kg ⁻¹)	碱解氮 Alkali-hydrolyzable nitrogen /(mg·kg ⁻¹)	全磷 Total P /(g·kg ⁻¹)	速效磷 Available P /(mg·kg ⁻¹)	全钾 Total K /(g·kg ⁻¹)	速效钾 Available K /(mg·kg ⁻¹)
南宁	0~19	4.67	37.12	1.71	131.65	0.77	1.36	18.11	36.82
	≥20~40	4.74	29.51	1.22	70.54	0.57	1.17	15.48	25.81
玉林	0~19	4.73	26.46	1.54	103.56	0.48	0.38	12.56	17.32
	≥20~40	4.82	18.12	0.68	60.21	0.26	0.19	11.84	16.25

1.2 试验材料

桉树为尾巨桉无性系 DH32-29 新造林,苗木规格平均苗高约 38.8 cm,平均地径约 3.76 mm,造林密度为 1 665 株/hm² (2 m×3 m)。试验使用肥料种类、代号及营养含量等见表 2,4 种肥料原料成分主要为钾肥(氯化钾)、氮肥(尿素)、磷肥(钙镁磷肥、磷酸铵)。硫酸造粒专

用肥生产工艺:原料→定量→破碎→搅拌→加硫酸水造粒→过筛→定量→包装→成品→检验→出库。水蒸气造粒专用肥生产工艺:原料→定量→破碎→搅拌→蒸气→造粒→烘干→冷却→筛分→抛光→定量→包装→成品→检验→出库。包衣缓释专用肥生产工艺:生产工艺主要采用黏聚造粒方法进行。

表 2

各施肥处理成分含量及施肥量

Table 2

The fertilization treatment component content and fertilize

处理 Treatment	肥料种类 Types of fertilizer	成分 Ingredient	施肥量 Fertilizing amount/(kg·株 ⁻¹)
S1	硫酸造粒专用肥	15%N+6%P ₂ O ₅ +9%K ₂ O	0.5
Z1	水蒸气造粒专用肥	15%N+6%P ₂ O ₅ +9%K ₂ O	0.5
B1	包衣缓释专用肥	15%N+6%P ₂ O ₅ +9%K ₂ O	0.5
Q1	林场自制无机肥	15%N+6%P ₂ O ₅ +9%K ₂ O	0.5
Q2	林场自制无机肥+5%活性肥	15%N+6%P ₂ O ₅ +9%K ₂ O+5%活性肥	0.475+0.025
S2	硫酸造粒专用肥+5%活性肥	15%N+6%P ₂ O ₅ +9%K ₂ O+5%活性肥	0.475+0.025
Z2	水蒸气造粒专用肥+5%活性肥	15%N+6%P ₂ O ₅ +9%K ₂ O+5%活性肥	0.475+0.025
Z3	水蒸气造粒专用肥+10%活性肥	15%N+6%P ₂ O ₅ +9%K ₂ O+10%活性肥	0.450+0.050
B2	包衣缓释无机肥	15%N+6%P ₂ O ₅ +9%K ₂ O+5%活性肥	0.475+0.025
L	有机-无机肥	15%N+9%P ₂ O ₅ +10%K ₂ O,有机质 7.5%	0.450
CK			

注:试验采用等总养分含量法,活性肥^[14]主要含微量元素、铜系元素(稀土)、植物酶活性剂等,下同。

Note: Using the method of total nutrient content, the active fertilizer^[14] mainly contains microelement, lanthanide (rare earth), plant enzyme activator, etc., similarly hereinafter.

1.3 试验方法

于 2011 年 2 月进行整地,全面清理杂草灌木等植被,山顶、山谷适当保留原有植被。于 3 月挖穴(穴面宽 60 cm、穴底宽 40 cm、穴深 40 cm),按试验设计表 3 施入基肥,覆土,并每穴定植一株尾巨桉 DH32-29 苗木。

1.4 项目测定

于 2012 年 3 月对其生长指标进行测定,为避免小区之间、边际及坡位影响,试验每个小区从上、中、下坡均匀选取中间部分的桉树共 30 株进行挂牌测定。采用测高仪、测树尺等工具进行每木检尺,同时计算出平均树高与平均胸径,并根据桉树的树高与胸径值计算出桉树平均单株材积。其中,桉树的单株材积计算公式采用广西林业勘探设计院制定的速生桉单株材积计算公式^[15]: $V = c_0 \times D^{c_1 - c_2 \times (D+H)} \times H^{c_3 + c_4 \times (D+H)}$ 。式中: V 为平均单株材积,单位为 m³; D 为平均胸径,单位为 cm; H 为平均树高,单位为 m; c_0 、 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 均为常数,它们的值如下, $c_0 = 1.091\ 541\ 50 \times 10^{-4}$, $c_1 = 1.878\ 923\ 70$, $c_2 = 5.691\ 855\ 03 \times 10^{-3}$, $c_3 = 0.652\ 598\ 05$, $c_4 = 7.847\ 535\ 07 \times 10^{-3}$ 。

2 结果与分析

2.1 不同工艺桉树肥料基肥对桉树树高生长的影响

由表 3、4 可知,施用不同工艺桉树肥料均可有效促进桉树树高生长。其中玉林试验地各处理对树高的影响,与 CK 相比,增长量顺序为处理 Z1(16.47%)>处理 S1(12.57%)>处理 B1(9.72%)>处理 Q2(9.54%)>处理 Q1(6.41%)。方差分析表明,各处理间存在极显著差异($P=0.001<0.01$),多重比较(表 3)得出,各施肥处理与 CK 之间均存在极显著差异,处理 Z1 与处理 S1、B1、Q2、Q1 之间存在显著差异,处理 Q1 与处理 S1、B1、Q2 之间存在显著差异,处理 S1、B1、Q2 两两之间无显著差异。南宁试验地各处理对树高影响与 CK 相比,增长量顺序为处理 Z2(9.60%)>处理 S2(8.52%)>处理 L(7.66%)>处理 Z3(4.81%)>处理 B2(4.40%)。方差分析表明,各处理间存在明显差异($P=0.000\ 2<0.01$),多重比较(表 4)得出,各施肥处理与 CK 之间均存在极显著差异,处理 Z2、S2、L 与处理 Z3、B2 之间存在显著差异,处理 Z2、S2、L 两两之间及处理 Z3、B2 两两之间无显著差异。

表 3 不同施肥处理玉林试验地 1 年生桉树生长指标及方差分析

Table 3 Different fertilizer treatments analysis of variance in eucalyptus 1 year in Yulin

处理 Treatment	树高 Tree height/m	比 CK 增加 Compared with CK/%	胸径 DBH/cm	比 CK 增加 Compared with CK/%	材积 Volume / $\times 10^{-3} \text{ m}^3$	比 CK 增加 Compared with CK/%
S1	5.70 ABb	12.57	5.26 Aab	11.76	8.050 ABa	34.23
Z1	5.90 Aa	16.47	5.27 Aab	12.11	8.309 Aa	38.56
Q1	5.39 Cc	6.41	4.94 BCc	5.12	6.892 Cc	14.93
B1	5.56 BCb	9.72	5.31 Aa	12.86	8.036 ABa	34.01
Q2	5.55 BCb	9.54	5.09 ABbc	8.20	7.430 BCb	23.89
CK	5.07 Dd	0.00	4.70 Cd	0.00	5.997 Dd	0.00

注:小写字母表示($P<0.05$)差异显著水平,大写字母表示($P<0.01$)差异极显著水平。下同。

Note: Lowercase letters ($P<0.05$) is significant difference level, capital letters ($P<0.01$) difference is extremely significant level. The same below.

表 4 不同施肥处理南宁试验地 1 年生桉树生长情况及方差分析

Table 4 Different fertilizer treatments analysis of variance in eucalyptus 1 year in Nanning

处理 Treatment	树高 Tree height/m	比 CK 增加 Compared with CK/%	胸径 DBH/cm	比 CK 增加 Compared with CK/%	材积 Volume / $\times 10^{-3} \text{ m}^3$	比 CK 增加 Compared with CK/%
S2	6.12 ABa	8.52	5.50 ABab	5.57	9.211 ABa	17.65
Z2	6.18 Aa	9.60	5.47 ABab	5.08	9.204 ABa	17.56
L	6.07 ABa	7.66	5.55 Aa	6.57	9.315 Aa	18.98
B2	5.89 Bb	4.40	5.53 ABa	6.15	9.033 ABab	15.37
Z3	5.91 Bb	4.81	5.41 Bb	4.00	8.730 Bb	11.50
CK	5.64 Cc		5.21 Cc		7.829 Cc	

2.2 不同工艺桉树肥料基肥对桉树胸径生长影响

从表 3、4 可以看出,对桉树施用不同工艺桉树肥料可有效促进桉树胸径的生长。其中玉林试验地各处理对胸径的影响,比 CK 增加顺序为处理 B1(12.86%)>处理 Z1(12.11%)>处理 S1(11.76%)>处理 Q2(8.20%)>处理 Q1(5.12%)。方差分析表明,各处理间存在明显差异($P=0.000\ 2<0.01$),多重比较(表 3)得出,各处理之间存在极显著差异。处理 Z1、S1、B1、Q2 与 CK 之间存在极显著差异,处理 Q1 与 CK 之间存在显著差异,处理 Z1、S1、B1 两两之间无显著差异。南宁试验地各处理对胸径影响与 CK 相比,增长量顺序为处理 L(6.57%)>处理 B2(6.15%)>处理 S2(5.57%)>处理 Z2(5.08%)>处理 Z3(4.00%)。方差分析表明,各处理间存在明显差异($P=0.000\ 1<0.01$),多重比较(表 5)得出,各施肥处理与 CK 之间均存在极显著差异,处理 Z2、S2、L、B2 两两之间无显著差异。

2.3 不同工艺桉树肥料基肥对桉树材积生长影响

从表 3、4 可以看出,对桉树施用不同工艺桉树肥料可有效促进桉树材积的积累。其中玉林试验地各处理对材积的影响,比 CK 增加顺序为处理 Z1(38.56%)>处理 S1(34.23%)>处理 B1(34.01%)>处理 Q2(23.89%)>处理 Q1(14.93%)。方差分析表明,各处理间存在明显差异($P=0.000\ 1<0.01$),多重比较(表 3)得出,各施肥处理与 CK 之间均存在极显著差异。处理 Z1、S1、B1 与处理 Q1、Q2、CK 之间存在显著差异;处理 Q1、Q2、CK 两两之间存在显著差异,处理 Z1、S1、B1 两两之间无显著差异。南宁试验地各处理对材积影响与 CK 相比,增长量顺序为处理 L(18.98%)>处理 S2(17.65%)>处理

Z2(17.56%)>处理 B2(15.37%)>处理 Z3(11.50%)。方差分析表明,各处理间存在明显差异($P=0.000\ 1<0.01$),多重比较(表 4)得出,各施肥处理材积与 CK 之间均存在极显著差异,处理 Z2、S2、L、B2 两两之间无显著差异;处理 Z2 与处理 Z3 之间存在显著差异。

3 结论与讨论

对桉树施用不同工艺桉树复合肥基肥,均能不同程度的促进桉树的生长。其中玉林试验地各处理对桉树胸径影响顺序为处理 B1(包衣肥)>处理 Z1(蒸气肥)>处理 S1(硫酸肥)>处理 Q2(林场自制肥+5%活性肥)>处理 Q1(林场自制肥),与 CK 相比,增加了 5.12%~12.86%;树高顺序为处理 Z1>处理 S1>处理 B1>处理 Q2>处理 Q1,与 CK 相比,增加了 6.41%~16.47%;材积顺序为处理 Z1>处理 S1>处理 B1>处理 Q2>处理 Q1,与 CK 相比,增加了 14.93%~38.56%。

南宁试验地各处理对胸径影响顺序为处理 L>处理 B2>处理 S2>处理 Z2>处理 Z3,与 CK 相比,增加了 4.00%~6.57%;树高影响顺序为处理 Z2>处理 S2>处理 L>处理 Z3>处理 B2,与 CK 相比,增加了 4.40%~9.60%;材积影响顺序为处理 L>处理 S2>处理 Z2>处理 B2>处理 Z3,与 CK 相比,增加了 11.50%~18.98%。

不同生产工艺肥料对桉树生长的促进作用不同。硫酸肥、蒸气肥、包衣肥 3 种肥料虽然具有相同营养含量,但由于生产工艺的不同对桉树胸径、树高、材积的促进作用也不同。总的来看,蒸气肥与硫酸肥更能促进桉树树高的生长,而包衣肥更能促进桉树胸径的生长。

某林场自制肥在添加活性肥的情况下,在对桉树树

高、胸径和材积的提高上,明显比不加添活性肥处理要高,说明在对桉树施用大量元素 N、P、K 的同时对桉树施用活性肥,可有效促进桉树的生长。与莫钊志等^[14]研究结果对桉树施用无机肥配合活性肥可有效促进桉树生长结果相一致。蒸气肥添加 5% 活性肥与添加 10% 活性肥的处理相比,添加 10% 活性肥处理在对桉树树高、胸径、材积的影响上明显低于 5% 的处理,说明过量施用活性肥并不能促进桉树的生长,反而会抑制蒸气肥肥效。有机-无机肥的施用可在一定程度上促进桉树材积的积累。这与谭长强等^[8]、杨新国^[10]的研究结果有机-无机肥作为基肥对桉树生长的促进作用优于单施无机肥。

广西主要种植桉树地区为广西的东南部,该地区较易遭受台风影响。因此,加强该地区桉树生长前期管理,促进桉树抗风性的提高将有效抵御台风的影响,减少损失。一般情况下,桉树胸径越粗,将更能抵御台风的侵袭,因此,在沿海较易遭受台风的桉树种植区,建议使用包衣缓释肥或有机-无机肥,以合理控制桉树高生长,促进桉树胸径的增长,提高桉树抗风能力。

参考文献

- [1] 白嘉雨. 桉树速生丰产培育技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993.
- [2] 张一粟, 吴志华. 缔造更加强大的桉树产业[J]. 中国绿色时报, 2012 (11): 30.
- [3] 周文龙, 赤桉. 刚果 12 号桉施肥效应的研究[J]. 热带林业科技, 1987 (4): 13-25.
- [4] 仲崇禄, 弓明钦, 陈羽, 等. 赤桉、细叶桉和巨桉幼林施磷量的确定[J]. 林业科学研究, 2000, 13(4): 377-384.
- [5] 吴建平, 吴天乐, 姚敏. 幼林桉树施肥效应研究[J]. 湖南农业科学, 2006(2): 92-94.
- [6] 陈少雄, 王观明, 项东云. 尾叶桉施肥效果研究[J]. 林业科学研究, 1996, 19(6): 573-578.
- [7] 曹继钊, 农必昌, 唐黎明, 等. 广西桉树人工林配方施肥技术应用示范效益研究与评价[J]. 广西林业科学, 2010, 29(3): 136-139.
- [8] 谭长强, 周建群, 王凌晖, 等. 不同桉树复合肥基肥对比试验[J]. 林业科技开发, 2014, 28(1): 101-104.
- [9] 唐春红, 吴朝学, 姚姜铭, 等. 不同桉树专用追肥对桉树生长的影响[J]. 南方农业学报, 2012, 43(8): 1154-1157.
- [10] 杨新国. 桉树短周期人工林施用基肥试验[J]. 林业科技开发, 2004, 18(6): 13-16.
- [11] 李宝福. 不同肥料等养分量施肥对桉树生长的影响[J]. 河北林果研究, 2001, 16(3): 219-225.
- [12] 王洪峰, 曾令海, 祁述雄, 等. 桉树专用肥促生效果研究[J]. 广东林业科技, 2000, 16(2): 18-23.
- [13] 广西土壤肥料工作站. 广西土壤[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1991.
- [14] 莫钊志, 文彪, 周建群, 等. 活性肥促进桉树幼龄林肥效利用的研究[J]. 林业科技开发, 2008, 22(3): 51-53.
- [15] 岑巨延. 广西桉树人工林二元立木材积动态模型研究[J]. 华南农业大学学报, 2007, 28(1): 91-95.

Comparison on Annual Growth *Eucalyptus* Using Different Kinds of Special Fertilizer as Based Fertilizer

TAN Zhangqiang^{1,2,3}, SHEN Wenhui^{2,3}, WANG Linghui¹, LU Yingying¹, HU Houzhen¹, HOU Wenjuan¹

(1. College of Forestry, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530002; 2. Guangxi Academy of Forestry, Nanning, Guangxi 530002; 3. Key Laboratory of Central South Fast-growing Timber Cultivation, Nanning, Guangxi 530002)

Abstract: Taking *Eucalyptus* trees as test material, the effect of *Eucalyptus* trees growth by using different basal fertilizers of *Eucalyptus* (steam fertilizer, acid fertilizer, coating fertilizer, fertilizer produced by a forestry center and organic-inorganic fertilizer) were studied, in order to provide some bases for applying fertilizer of *Eucalyptus*. A single factor randomized block design was adapted to study between several different *Eucalyptus* special fertilizers and the active fertilizer. The results showed that applied different special fertilizer as based fertilizer could promote the diameter at breast height of *Eucalyptus* increased 4.00%—12.86% than the non-fertilized CK; tree height increased 4.40%—16.47% than CK; volume increased 11.50%—38.56% than CK. Steam fertilizer and acid fertilizer could better promote the growth of tree height, coating fertilizer could advance the growth of DBH obviously, organic-inorganic fertilizer could improve volume accumulation. Applied *Eucalyptus* special inorganic fertilizer with activity of fertilizer could better promote the growth of *Eucalyptus*, but it would inhibit the growth of *Eucalyptus* with excessive application of active fertilizer.

Keywords: *Eucalyptus*; special fertilizer; activity of fertilizer; growth characteristics; base fertilizer