

尾叶桉幼林施肥效应的研究*

周文龙

摘要 尾叶桉幼林施肥重在基肥,造林地施足基肥对尾叶桉幼龄林早期速生具有明显的施肥效应。试验结果表明:造林地施肥(基肥)以 N、P、K 组合施,施肥效果十分明显,23 个月生 9 个施肥处理(配方)平均树高 6.43 m,平均胸径 6.86 cm,其中第 9 处理(N₁₀₀P₁₅₀K₅₀)23 个月生平均树高 7.36 m,为不施肥对照小区(2.63 m)的 293.92%,平均胸径为 8.00 cm,为不施肥对照小区(1.96 cm)的 408.16%,每公顷材积 26.335 m³,为不施肥对照小区(0.534 m³)的 4931.6%。树高、胸径、材积直观分析表明:N₁₀₀P₁₅₀K₅₀为最佳施肥配方。叶片中营养元素含量也有明显的不同。

关键词 尾叶桉、施肥量、肥料配方、施肥效应

尾叶桉(*Eucalyptus urophylla*. S. T. Blake)生长快,轮伐期短,吸收和消耗土壤中养分多,近年来在广东、广西、海南等省(区)被列为桉树人工林重要树种。作为短周期工业原料林进行集约栽培,其施肥是一项重要的增产措施,尤为南方贫瘠土壤,造林地施足基肥,对尾叶桉幼林的早期速生具有明显的施肥效应^[1~3]。

本试验旨在南方赤红壤上进行尾叶桉幼林施肥量、肥料配方和施肥效应的研究,为尾叶桉幼林的合理施肥提供科学依据。

1 试验地概况

试验地位于广东省西南部恩平市境内的东安镇,22°11'N,112°18'E,海拔 24.6 m。坡度 5°~8°的丘陵坡地,为砂质岩坡积母质发育的赤红壤,土层深厚,土层厚度大于 2.0 m,质地轻粘至重粘,肥力一般,见表 1。

试验地处亚热带季风气候,年降雨量 3 070.3 mm,年平均气温 22.1℃,极端最低气温 4.1℃,相对湿度 80%。

试验地植被为芒箕、岗松、桃金娘。

表 1 试验地土壤化学分析结果

深度 (cm)	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P (P ₂ P ₅) (g/kg)	全 K (K ₂ O) (g/kg)	速效 P 速效 K (mg/kg)		代换量 (cmol/kg)				水解酸 (cmol/kg)		pH	
					速效 P	速效 K	1/2Ca ²⁺	1/2Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H ₂ O	KCl		
0~20	17.88	0.767	0.2154	4.8232	0.659	12.89	0.154	0.039	0.0429	0.0510	5.17	4.58	3.79	
20~40	4.53	0.263	0.2246	5.3641	0.674	8.55	0.194	0.097	0.0268	0.0787	3.08	4.77	3.89	
40~60	3.39	0.265	0.2589	6.0580	0.620	8.27	0.173	0.019	0.0258	0.0404	2.96	4.81	3.96	
60~80	2.56	0.208	0.2498	6.9759	0.378	9.08	0.038	0.115	0.0273	0.0438	2.66	4.86	4.02	
80~100	2.27	0.242	0.2979	9.1237	0.770	12.37	0.135	0.058	0.0336	0.0808	2.57	5.00	4.07	

1994-04-08 收稿。

周文龙副研究员(中国林业科学研究院热带林业研究所 广州 510520)。

* 本文为国家“八五”攻关项目“主要工业用材林施肥技术与维持地力措施研究”部分内容之一。参加本试验的有梁坤南、何其轩,试验工作得到恩平市东安镇的大力支持,一并致谢。

2 试验方法

2.1 试验设计

本试验以培育短轮伐期纸浆材为主要经营目标。以 N、P、K 为 3 个施肥因子,各 3 个施肥水平,以 $L_3(3^1)$ 正交表进行试验设计产生 9 个施肥处理(配方),以不施肥为对照(CK)。处理小区随机排列,3 次重复,每小区 25 株(5 株 5 行方块状小区),其中 9 株(3 株 3 行)为观测株,株行距 $2.0\text{ m} \times 3.0\text{ m}$,试验面积 0.8 hm^2 。

2.2 整地方式

试验地拖拉机全垦整地,深度 20~30 cm,植穴规格 $40\text{ cm} \times 40\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ 。

2.3 施肥量(表 2)

2.4 肥料与试验处理

N——尿素,含有效 N46%;P——过磷酸钙,含 P_2O_5 14%;K——氯化钾,含 K_2O 60%。

施肥试验处理见表 3。

表 2 施肥水平及施肥量

施肥水平	因子		
	N	P_2O_5	K_2O
1	25	50	25
2	50	100	50
3	100	150	100

表 3 施肥试验处理

表 3 施肥试验处理				(单位:kg/hm ²)	
处理号	肥料配方	处理号	肥料配方	处理号	肥料配方
1	$\text{N}_{25}\text{P}_{50}\text{K}_{25}$	4	$\text{N}_{50}\text{P}_{50}\text{K}_{50}$	7	$\text{N}_{100}\text{P}_{50}\text{K}_{100}$
2	$\text{N}_{25}\text{P}_{100}\text{K}_{50}$	5	$\text{N}_{50}\text{P}_{100}\text{K}_{100}$	8	$\text{N}_{100}\text{P}_{100}\text{K}_{25}$
3	$\text{N}_{25}\text{P}_{150}\text{K}_{100}$	6	$\text{N}_{50}\text{P}_{150}\text{K}_{25}$	9	$\text{N}_{100}\text{P}_{150}\text{K}_{50}$
				10(CK)	$\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$

2.5 施肥方法

基肥:过磷酸钙作基肥一次施入。尿素、氯化钾既作基肥,又作追肥,分批施入。

追肥:分别于造林后 3 个月和 1 a 时施入。

2.6 试验观测

以林木的高、径、材积生长为肥效的主要考核目标。造林后 6 个月观测树高、胸径,并调查成活率。之后,分别于 1 a 与 23 个月生时,进行树高、胸径生长的调查,并测定不同处理叶片中营养元素的含量。

试验数据整理后进行直观分析和方差分析。

幼树单株材积计算公式(由澳大利亚 CSIRO 提供): $V=0.000\ 033\ 33 \times H \times D^2$ 。

3 结果与分析

3.1 施肥对尾叶桉幼林生长的影响

表 4 为施肥处理后,23 个月幼林高、径、材积生长统计结果。方差分析结果表明,树高、胸径、材积(蓄积),处理间差异极显著, F 值分别为 14.62、24.34、7.89($F_{0.01}=3.46, F_{0.05}=2.39$)。

施肥处理的平均树高 6.43 m、胸径 6.86 cm,分别是不施肥(2.63 m、1.9 cm)的

244.48%、350.17%,其中第9处理平均树高7.36 m,平均胸径8.00 cm(表4)。

表4 不同施肥处理23个月树高、胸径、材积生长比较

处理号	树高 (m)	LSR		处理号	胸径 (cm)	LSR		处理号	材积 (m ³ /hm ²)	LSR	
		0.01	0.05			0.01	0.05			0.01	0.05
9	7.36			9	8.00			9	26.335		
6	6.60			6	7.13			6	19.122		
2	6.53			2	7.10			2	19.027		
4	6.46			5	6.79			5	16.458		
8	6.43			4	6.70			4	16.315		
7	6.40			8	6.70			8	16.051		
5	6.30			7	6.63			7	15.775		
3	6.03			3	6.56			3	15.274		
1	5.8			1	6.16			1	12.442		
10	2.63			10	1.96			10	0.534		

3.2 N、P、K肥效主次分析

正交方差分析(表5)结果表明:N、P、K水平间无显著差异,但从方差贡献值、树高极差值($N_R=5.5$ 、 $P_R=4.0$ 、 $K_R=4.9$)与胸径极差值($N_R=4.5$ 、 $P_R=6.6$ 、 $K_R=5.4$)的大小,反映出N、P、K3因子中N对树高,P对胸径生长影响较大。从材积的方差贡献值与极差值($N_R=33.94$ 、 $P_R=48.27$ 、 $K_R=42.79$)分析其差别大小,顺序是P→K→N。

表5 N、P、K肥效方差分析

变异来源		自由度	平方和	均方	F值
树高	N	2	1.685 185	0.84	1.91
	P	2	0.891 851	0.45	1.01
	K	2	1.676 296	0.84	1.91
	误差	20	8.789 629	0.44	
	总的	26	13.042 962		
胸径	N	2	1.126 667	0.56	1.06
	P	2	2.419 999	1.21	2.26
	K	2	2.159 999	1.08	2.04
	误差	20	10.673 334	0.53	
	总的	26	16.379 999		
材积	N	2	64.351 078	32.18	1.3
	P	2	130.034 687	65.02	2.62
	K	2	135.348 564	67.67	2.73
	误差	20	495.619 228	24.78	
	总的	26	825.353 558		

由此可见,尾叶桉幼林三要素施肥中,以磷肥为最主要,这与表1中土壤含磷量约0.65 mg/kg,属严重缺磷的土壤相一致。由于尾叶桉为早期速生树种,吸收和消耗土壤中养分较多,只有增加土壤中氮和钾素,才能满足其生长所需的养分,所以氮、钾肥施用也非常重要。

3.3 尾叶桉幼林施肥效应

本试验所有施肥处理对尾叶桉幼林的材积都有明显的增产效果。其中第9处理($N_{100}P_{150}K_{50}$)在林分23个月生时,材积增长近50倍(表6)。

表6 不同施肥处理尾叶桉幼林材积统计分析

处理号	23个月材积 (m ³ /hm ²)	年均材积 (m ³ /hm ²)	年均增产 (m ³ /hm ²)	年增产率 (%)
1	12.442 4	6.221 2	5.954 0	2 228.29
2	19.121 5	9.560 8	9.293 6	3 478.14
3	15.273 5	7.636 8	7.369 6	2 758.08
4	16.314 7	8.157 4	7.890 2	2 952.92
5	16.457 9	8.229 0	7.961 8	2 979.72
6	19.026 6	9.513 3	9.246 1	3 460.37
7	15.775 2	7.887 6	7.620 4	2 851.95
8	16.050 6	7.860 8	7.593 6	2 841.92
9	26.334 8	13.167 4	12.900 2	4 827.92
10	0.534 3	0.267 2	0.000 0	0.00

在N、P、K三要素施肥水平中,肥效最高的分别为N₁₀₀年均增产9.37 m³/hm²,P₁₅₀年均增产9.84 m³/hm²,K₅₀年均增产10.03 m³/hm²(表7)。

由表7可见,尾叶桉幼林优化的三要素施肥配方为N₁₀₀、P₁₅₀、K₅₀,即三要素的合理用量每公顷为N 100 kg、P₂O₅150 kg、K₂O 50 kg,这一施肥配方正好是表6中的第9处

理,是尾叶桉幼林材积年均增产最高的这个处理。试验结果表明,尾叶桉幼龄期是重要的生长发育阶段,是施肥的重要时期,及时满足其养分的需要,可显著地提高产量。

3.4 施肥对尾叶桉幼林叶片中营养元素含量的影响

1992年12月及1993年7月对8、9、10处理小区叶片中N、P、K、Ca、Mg含量进行了测定,结果表明:叶片中P的含量处理间差异极显著,N的含量当年内受施肥影响显著,表明尾叶桉幼林期对土壤中养分的供应十分敏感,随着供应量增加,叶片的养分随之提高。K的含量几乎不受施肥的影响(表8)。

表8 不同施肥处理叶片中营养元素含量方差分析结果

测定时间 (年—月)	因子					F _* 值
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
1992-12	8.86**	17.42**	2.19	2.00	5.71*	F _{0.05} =5.14
1993-07	3.60	12.54**	1.54	1.46	4.23	F _{0.01} =10.90

4 结 语

(1)尾叶桉幼林施肥对生长具有显著的增产效果,9个不同施肥处理平均材积年增长率比对照(不施肥)高出近30倍。其中,最佳施肥处理(配方N₁₀₀P₁₅₀K₅₀)的材积增加近50倍。其每公顷施肥量为尿素217 kg,过磷酸钙882 kg,氯化钾83 kg。

(2)尾叶桉幼林三要素施肥中以P肥为最重要,N对高生长所起的作用大于P、K;而P、K

表7 尾叶桉幼林材积年均增产与施肥水平的关系

施肥水平	因子		
	N	P	K
1	7.54	7.15	7.60
2	8.37	8.28	10.03
3	9.37	9.84	7.65

对胸径、材积生长所起的作用大于N。它们的最佳配比(N:P₂O₅:K₂O)为2:3:1。

(3)叶片中P的含量明显地受施肥影响,随着磷肥施用量增加而提高;N的含量当年内随着氮肥施用量增加而提高,且处理间差异极显著,第二年无明显差异;K的含量不受钾肥施用量的影响。

参 考 文 献

- 1 周文龙. 赤桉、刚果 12 号桉施肥效应的研究. 热带林业科技, 1987, (4): 13~25.
- 2 周文龙, 杨增奖, 梁坤南, 等. 桉树施肥效应的初步分析. 澳大利亚树种在中国的栽培和利用国际研讨会论文集, 1988. 25~31.
- 3 莫启平. 桉树树种(种源)与施肥试验. 澳大利亚树种在中国的栽培和利用国际研讨会论文集, 1988. 96~105.

A Study of Fertilization Effect on Young Trees of *Eucalyptus urophylla*

Zhou Wenlong

Abstract Fertilization on young trees of *Eucalyptus urophylla* lay emphasis on the application of base fertilizer. There have been obvious fertilization effects of fast growth in the early stage for young trees of *E. urophylla* if applying enough amount of base fertilizer before planting. A trial of amount of fertilizer applied and fertilizer ratio for young trees of *E. urophylla* has been carried out in 1992. The results show that the effects of mixing N, P and K fertilizer used as base fertilizer are significant. The mean tree height and DBH of nine fertilizer treatments at the age of 23-month-old in the trial are 6.43 m and 6.86 cm respectively, and the mean tree height, DBH and volume per hectare for the ninth treatment (N₁₀₀P₁₅₀K₅₀) are respectively 7.73 m, 8.0 cm, and 26.335 m³, which are respectively 293.92%, 408.16% and 4931.6% of the control treatment (no fertilizer treatment) which is of 2.63 m tree height, 1.96 cm DBH and 0.534 m³ for volume per hectare. The audio-visual analysis of tree height, DBH and volume per hectare show that the N₁₀₀P₁₅₀K₅₀ treatment is the optimum recipe. The contents of nutrient elements in foliage are also obviously different among the treatments.

Key words *Eucalyptus urophylla*, amount of fertilizer applied, fertilizer recipe, fertilization effect