

文章编号: 1000-5692(1999)02-0119-04

# 不同施肥处理对杉木针叶生理特性的影响

谢国阳<sup>1</sup>, 林思祖<sup>2</sup>, 张文富<sup>2</sup>, 林开敏<sup>2</sup>, 许泽煌<sup>3</sup>

(1. 福建省林木种苗总站, 福建福州 350003; 2. 福建林学院资源与环境系, 福建南平 353001;  
3. 福建省闽清县林业局, 福建闽清 350800)

**摘要:** 对9个不同施肥处理的连栽地杉木针叶的叶片质量和单叶面积进行了研究。结果表明, 各施肥处理叶片质量均下降, 含磷素的配合施肥, 如氮磷钾加微量元素、磷钾配施、氮磷钾配施和氮磷配施等能提高杉木针叶的单叶面积, 微量元素与氮磷钾混施的效果尤佳。同时, 指出施肥能改善针叶光合作用的有效叶面积, 认为有效叶面积比叶片质量、单叶面积与杉木材积生长的相关关系更为密切。表5参3

**关键词:** 施肥; 杉木; 生理特性; 叶面积

**中图分类号:** S723.7      **文献标识码:** A

施肥通过对植物光合性能、新陈代谢和生长的土壤环境的作用, 间接地影响植株个体的生长发育。叶片是树木生长的主要光合器官, 因而, 我们在福建林学院中英合作“防治杉木地力衰退研究”系列项目之一——闽北连栽地杉木(*Cunninghamia lanceolata*)幼林施肥试验的基础上, 对该不同施肥处理的杉木针叶生理特性的变化作了进一步的研究。现将结果报道如下。

## 1 试验地概况

试验地为第3茬4年生杉木林分, 位于福建林学院西芹教学林场, 26°40'N, 118°10'E。地形系戴云山脉北伸支脉低山丘陵, 海拔100~300 m, 坡度25~30°。年平均降水量1817 mm, 平均气温19.4℃, 极端最高温41℃, 最低温-5.8℃。土壤主要由石英云母片岩、砂岩或熔岩等母岩风化的残积、坡积母质发育而成的山地红壤或黄红壤, 土层中厚。试验地土壤养分基本情况详见表1。

收稿日期: 1998-06-25; 修回日期: 1998-12-25

作者简介: 谢国阳(1967-), 男, 福建莆田人, 工程师, 硕士, 从事杉木研究。

表1 试验地土壤养分基本情况

Table 1 Main condition of soil nutrient for the trial

土层 / cm	有机质 / g <sup>o</sup> kg <sup>-1</sup>	全氮 / g <sup>o</sup> kg <sup>-1</sup>	水解性氮 / mg <sup>o</sup> kg <sup>-1</sup>	速效磷 / mg <sup>o</sup> kg <sup>-1</sup>	速效钾 / mg <sup>o</sup> kg <sup>-1</sup>	pH 值	土壤容重 / g <sup>o</sup> cm <sup>-3</sup>
0~20	88.84	1.09	234.87	4.78	56.0	4.22	1.17
20~40	28.32	0.65	75.19	2.53	37.0	4.45	1.37

## 2 材料与方方法

### 2.1 试验田间设计

采取完全随机区组设计, 重复3次, 每个区组安排9个小区, 即9个不同施肥处理, 分别为N(单施氮)、P(单施磷)、K(单施钾)、NP(氮磷2种混施)、NK(氮钾2种混施)、PK(磷钾2种混施)、NPK(氮磷钾3种混施)、M(氮磷钾加微量元素混施)、C(对照, 没有施入任何肥料)。观测小区大小为4株×7株, 周围设置2行缓冲带。

供试肥料大量元素为目前农林生产上常用的商业化化肥。氮肥为含氮量46.24%的尿素, 磷肥为含磷量6.28%的过磷酸钙, 钾肥为含K<sub>2</sub>O 52.03%的氯化钾。上述3种肥料按试验设计施肥量分别为150 kg<sup>o</sup> hm<sup>-2</sup>, 60 kg<sup>o</sup> hm<sup>-2</sup>和100 kg<sup>o</sup> hm<sup>-2</sup>。复合微肥施肥量为4.5 kg<sup>o</sup> hm<sup>-2</sup>, 其组成见表2。肥料采用沟施, 即在杉木幼树坡上方树冠垂直投影处开一环形小沟, 沟深15~20 cm, 沟长50 cm, 于1993年6月一次性全量施入。

### 2.2 测定指标与方法

生长中庸、健康的植株为固定样株。1996年, 分别于杉木林分生长初期(4月)、盛期I(6月)、盛期II(9月)和生长后期(11月), 选取树冠中上部(第6轮枝)朝南的枝条10~20 cm为测试样品。

用Li-3000叶面积仪测定叶面积。测定的叶片置于烘干箱中烘干至恒重(105℃), 按下列公式计算叶片质量<sup>[1]</sup>。

$$\text{叶片质量} = \text{叶片干质量}(\text{g}) / \text{叶面积}(\text{dm}^2) \quad (1)$$

## 3 结果与分析

### 3.1 叶片质量

施肥后, 杉木幼林针叶的叶片质量发生了变化, 总趋势是叶片质量比对照变小。不同施肥处理的叶片质量降幅不一样, 但差异不显著。各处理的叶片质量大小依次排序为: M < PK < NPK < NP < P < K < NK < N < C(表3)。相关研究表明<sup>[2]</sup>, 立地指数与杉木针叶的叶片质量成负相关。施肥后针叶的叶片质量降低, 说明施肥能改善杉木连栽地立地质量。

### 3.2 单叶面积

试验结果列于表4。从表4可看出, 合理施肥可增大杉木针叶单叶面积。含磷复合处理, 如施M, PK, NPK, NP, 杉木针叶的单叶面积增大, 分别比对照增长25%, 13%, 15%和9%; 而单施N, P, K或混施NK, 对单叶面积影响不大, 甚至使之略有下降。单因素方

表2 复合微肥组成

Table 2 Components of the trace-element fertilizer

微量元素	比率/%	化合物
Fe	12.0	硫酸亚铁
Mn	2.5	硫酸锰
Zn	1.0	硫酸锌
Cu	0.5	硫酸铜
B	0.1	硼酸钠
Mo	0.05	钼酸钠
S	15.0	硫化物

表 3 杉木不同施肥处理叶片质量年动态变化

Table 3 Annual changes of leaf weight in different fertilizer treatments

 $g \cdot dm^{-2}$ 

施肥处理	4月	6月	9月	11月	平均值
N	2.269 4	1.235 3	1.122 8	1.321 3	1.487 2
M	1.900 1	1.069 2	0.920 7	1.360 5	1.312 6
PK	2.064 7	1.136 2	0.951 9	1.123 7	1.319 1
NP	2.031 5	1.121 4	1.041 9	1.238 3	1.358 3
NPK	2.022 9	1.163 1	1.037 7	1.184 8	1.352 1
K	2.139 9	1.276 9	1.147 3	1.066 0	1.407 5
NK	2.113 7	1.226 2	1.063 5	1.323 2	1.431 7
P	2.107 3	1.171 1	1.122 3	1.150 9	1.387 9
C	2.153 2	1.315 7	1.204 6	1.329 6	1.500 1

差分析结果表明, 各施肥处理的单叶面积与对照 C 的差异不显著, 但 M 处理与 N, K, NK 3 个处理之间的差异达显著水平。

表 4 不同施肥处理的杉木幼林单叶面积

Table 4 Single leaf area of young Chinese fir plantation after applying different fertilizer

处理代号	N	M	PK	NP	NPK	K	NK	P	C
平均数/ $cm^2$	0.93	1.24	1.12	1.08	1.14	0.92	0.88	1.00	0.99
变动系数	0.114	0.088	0.057	0.117	0.102	0.143	0.056	0.050	0.113
增长率/%	-7	25	13	9	15	7	-11	1	-

### 3.3 有效叶面积

植物的生物量增长, 主要取决于 2 方面因素: 一是同化器官的数量(单株总叶面积); 二是同化器官的工作效率(单叶光合速率)<sup>[3]</sup>。前者主要与单叶面积、叶片总量有关, 后者主要与植物利用光照能力有关。

研究发现, 杉木针叶在杉枝上呈交错重叠排列, 由于交错重叠程度不同, 室内用叶面积仪测出的同等叶面积, 在田间实际接受光照的有效叶面积应该不一样。交错重叠部分越少, 田间有效的叶面积越大, 则工作效率越高。这一点为以往同类研究所忽视。我们尝试用针叶参加光合作用的有效叶面积来表示, 其生物学上的意义建议描述为每 2 片杉木针叶充足接受光照的有效叶面积, 或单片杉木针叶充足接受光照的有效叶面积。本试验为了便于计量, 暂将其规定为无量纲的相对量。计算表达式为:

$$\text{有效叶面积} = \text{单叶面积} \div \text{单位枝条长度叶量} \quad (2)$$

或

$$\text{有效叶面积} = \text{单叶面积} \times \text{叶片宽度} \div 2 \text{ 叶间距离} \quad (3)$$

采用(2)式进行计算, 有效叶面积范围为 0.10~0.20, 不同施肥处理的有效叶面积大小依次排序为  $M > NPK > NP > PK = N > P > NK = K > C$ 。线性回归分析结果表明, 有效叶面积与材积生长之间相关系数达 0.941, 查检验临界值为  $r_{0.05}(7) = 0.666$ ,  $r_{0.001}(7) = 0.898$ , 因而, 它们达到 0.001 极显著相关水平。这样, 有效叶面积比叶片质量和单叶面积与生长的相关系数都大, 相关性程度等级高。所以, 有效叶面积与生长的关系比叶片质量和单叶面积密切。

表5 叶片质量、单叶面积、有效叶面积与材积生长相关性比较

Table 5 Comparison of correlation to tree volume among leaf weight, single leaf area and available leaf area

指 标	相关系数	样 本 数	检验临界值
叶片质量	0.704 *	9	$r_{0.05} = 0.6664$
单叶面积	0.753 *	9	$r_{0.01} = 0.7977$
有效叶面积	0.941 **	9	$r_{0.001} = 0.8982$

## 4 小结与建议

4.1 施肥使杉木幼林针叶的叶片质量发生了变化,各施肥处理的叶片质量比对照变小,但差异不显著。

4.2 含磷的2种以上肥料进行配施,如M, PK, NPK, NP,对连栽地杉木幼树的针叶面积有一定的促进作用,其中M(微肥加NPK)效果最好,单施N, P, K或混施NK肥对单叶面积影响不大。

4.3 文中提出有效叶面积概念。研究初步认为,有效叶面积与生长的相关关系比叶片质量和单叶面积更为密切,是描述杉木针叶利用光照能力较合理指标之一。

### 参考文献:

- 1 刘贞琦. 水稻某些光合生理特性的研究[J]. 中国农业科学, 1982, (5): 33~39.
- 2 吴文德, 范光辉, 卢镜明. 不同立地条件不同林龄杉木人工林生理特性的研究1. 叶质重和叶绿素含量[J]. 林业科学, 1996, 9(杉木人工林栽培营养的研究专刊): 55~59.
- 3 刘雅荣. 4种杨树苗木的生长与光合作用特性的研究[J]. 林业科学, 1983, 19(3): 269~275.

## Effects of different fertilizer treatments on Chinese fir's coniferous leaf physiologic characters

XIE Guo-yang<sup>1</sup>, LIN Si-zu<sup>2</sup>, ZHANG Wen-fu<sup>2</sup>, LIN Kai-min<sup>2</sup>, XU Zhe-huang<sup>3</sup>

(1. General Station of Forest Tree Seeds and Seedlings of Fujian Province, Fuzhou 350003, China; 2. Department of Resources and Environment, Fujian College of Forestry, Nanping 353001, China; 3. Forest Enterprise of Minqing County, Minqing 350800, Fujian, China)

**Abstract:** This paper is about the effects of 9 different fertilizer treatments on coniferous leaf weight and per leaf area of Chinese fir's plantation under successive rotation. The results show that leaf weight is decreased by all fertilizers treatments, M, PK, NPK and NP make per leaf area increased. In addition, a new index called available leaf area for leaf physiologic characters is carried out, which is more correlated to Chinese fir's growth than above two another leaf indexes.

**Key words:** fertilizing; *Cunninghamia lanceolata* (Chinese fir); physiologic character; leaf area