

不同栽培条件下南方红豆杉生长特性研究

李辛雷, 李纪元, 范正琪, 田敏, 张晓庆

(中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

摘要: 以4~6年生南方红豆杉为材料, 对其不同栽培条件下地径、冠幅、株高、当年抽高、当年侧枝数及总侧枝数等生长特性进行了研究。结果表明: 南方红豆杉4~6年生幼林生长量随年龄增大而增加, 但其增加的趋势变缓, 生长速度变慢; 耕作农田中南方红豆杉生长最好, 土壤板结未耕作农田生长较差, 去除上层20 cm耕作土的农田最差; 南方红豆杉纯林生长好于落叶阔叶林下(林分郁闭度0.6~0.7), 且种植密度越大差异越明显; 南方红豆杉落叶阔叶林下套种及纯林生长量均随栽培密度减小而增大, 不同栽培密度相差越大, 生长量差异越明显。

关键词: 南方红豆杉; 栽培条件; 生长特性

中图分类号: Q949.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2010)05-0647-04

Growth characteristics of *Taxus chinensis* var. *mairei* under different cultivation conditions

LI Xin-Lei, LI Ji-Yuan, FAN Zheng-Qi,

TIAN Min, ZHANG Xiao-Qing

(The Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, China)

Abstract: Growth characteristics of 4—6 year-old *Taxus chinensis* var. *mairei* under different cultivation conditions were studied, including collar diameter, crown diameter, plant height, sprouting height in current year, branch number in current year and total branch number. The results indicated that the growth of 4—6 year-old seedlings increased with growing ages, but the tendency and growth rate became slower; seedlings manifested respectively the best, the worse and the worst growth in cultivation farmland, uncultivated farmland with soil hardening and farmland get rid of 20 cm cultivation soil. The plant growth of pure forest was better than that in deciduous broad-leaved forest with canopy density of 0.6—0.7, which was much remarkable with bigger cultivation density, and they both increased as cultivation density reduced; the difference in plant growth was more significant when there were greater differences in cultivation density.

Key words: *Taxus chinensis* var. *mairei*; cultivation conditions; growth characteristics

南方红豆杉(*Taxus chinensis* var. *mairei*)是红豆杉属(*Taxus*)红豆杉(*T. chinensis*)的变种, 为国家一级濒危植物(傅立国, 2000)。从红豆杉中提取抗癌成分紫杉醇及其合成前体是紫杉醇生产产业的

最佳选择, 然而红豆杉生长较慢且其天然林资源极为有限, 各国相继将其列为重点保护植物名录, 严禁砍伐(廖文波等, 1996)。因此, 积极发展人工栽培红豆杉药用林, 已成为紫杉醇产业可持续发展的关键。目前, 在南方红豆杉紫杉醇含量分析及利用方面已开展了大量工作(苏应娟等, 2000; 王昌伟等, 2006;

收稿日期: 2009-04-09 修回日期: 2009-12-17

基金项目: 国家农业成果转化资金(2006GB24320406); 杭州市科技发展计划项目(20070632B32)[Supported by the Fund for Agricultural Scientific Achievements Transformation of China(2006GB24320406); the Fund for Science and Technology Development of Hangzhou City(20070632B32)]

作者简介: 李辛雷(1978-), 男, 安徽利辛人, 助理研究员, 从事观赏植物遗传育种研究, (E-mail)lixinlei2020@163.com.

李斌连等,2006),而人工林培育的相关技术研究较少,且多集中于苗期及2~3年幼龄期(俞慈英等,2008;吴家森等,2008;焦月玲等,2005;王月生等,2007;邓仲斌等,2001)。鉴于此,本试验开展了不同栽培条件下4~6年生南方红豆杉幼林生长特性研究,以为南方红豆杉短周期药用林培育提供一定的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料及种植设计

试验材料为人工栽培不同年龄的南方红豆杉,试验地点选在富阳南方红豆杉生物科技有限公司培育基地—浙江省富阳市程坟林场苗圃(29°44' N, 119°25' E)。试验地处北亚热带,气候温暖湿润,雨量充沛,年均气温16.4℃,≥10℃活动积温为4700℃,持续时间为225 d,无霜期231 d,年降水量1500 mm。

种植设计:不同栽培年龄设置4~6年生南方红豆杉纯林,种植密度40 cm×40 cm;不同土壤条件设置I、II、III三种处理,分别为去除上层20 cm耕作土的农田、土壤板结未耕作农田及耕作农田,试验材料为5年生南方红豆杉纯林,种植密度30 cm×30 cm;不同栽培措施设置南方红豆杉纯林及落叶阔叶林下套种,落叶阔叶林林分的郁闭度为0.6~0.7,试验材料为5年生南方红豆杉,种植密度设30 cm×30 cm及120 cm×120 cm两种;林下栽培设置落叶阔叶林下不同种植密度的5年生南方红豆杉,林分郁闭度为0.6~0.7;纯林栽培设置不同种植密度的6年生南方红豆杉。各试验按完全随机区组设计,每处理3个小区,每小区种植300~500株。

1.2 数据测定及统计分析

2008年12月,每试验小区随机选择30株,测定地径、冠幅、株高、当年抽高、当年侧枝数及总侧枝数等性状。用SPSS 10.0统计软件对不同处理植株的生长数据进行统计和差异显著性分析。

表1 不同栽培年龄南方红豆杉生长特性

Table 1 Growth characteristics of *Taxus chinensis* var. *mairei* with different growing years

年龄 Age	地径 (mm) Collar diameter	冠幅 (cm) Crown diameter	株高 (cm) Plant height	当年抽高 (cm) Sprouting height in current year	当年侧枝数 Branch number in current year	总侧枝数 Total branch number
4	13.53 cC	80.26 cB	124.66 cC	29.08 bB	6.62 bB	30.24 bB
5	26.29 bB	138.27 bA	185.76 bB	49.29 aA	11.74 aA	38.62 aAB
6	34.27 aA	169.19 aA	249.77 aA	42.31 aA	10.35 aAB	43.45 aA

注:表中小写字母和大写字母不同分别表示差异显著($P=0.05$ 和 $P=0.01$),下同。

Notes: capital and lowercase letters in table represented significant differences, respectively($P=0.05$, $P=0.01$). The same below.

2 结果与分析

2.1 不同栽培年龄南方红豆杉生长特性

从表1发现,不同年龄南方红豆杉地径及株高随年龄增大而增大,且不同年龄间差异极显著。不同栽培年龄南方红豆杉冠幅亦随年龄增大而增大,6年生和5年生冠幅均极显著大于4年生,6年生冠幅显著大于5年生。南方红豆杉边抽梢边分枝,其抽梢和分枝习性直接影响生物量,当年抽高长、分枝数多其树冠宽大浓密、生物产量高。表1中5年生南方红豆杉当年抽高最大,其次为6年生南方红豆杉,两者差异不显著,但均极显著高于4年生;当年侧枝数5年生红豆杉最高,其次为6年生,两者差异不显著,但前者极显著、后者显著大于4年生。总侧枝数6年生红豆杉最高,其次为5年生,两者差异不

显著,但均显著大于4年生。

2.2 不同土壤条件南方红豆杉生长特性

种植于土壤板结未耕作农田(II)中的南方红豆杉各种生长指标除地径外均高于去除上层20 cm耕作土的农田(I)中,当年抽高、当年侧枝数差异极显著;种植于耕作农田(III)中的南方红豆杉各种生长指标均高于II和I中,III中当年侧枝数显著大于II中、极显著大于I中,其余地径、冠幅等生长指标III中均极显著大于II和I中。可见,不同土壤条件下,耕作农田中南方红豆杉生长最好,土壤板结未耕作农田生长较差,去除上层20 cm耕作土的农田生长最差(表2)。

2.3 不同栽培措施南方红豆杉生长特性

在种植密度为30 cm×30 cm时,南方红豆杉纯林各种生长指标均高于落叶阔叶林下,其中冠幅、株高及总侧枝数达到差异显著水平,而当年抽高、当年

侧枝数及地径等生长指标均达差异极显著水平。在种植密度为 120 cm×120 cm 时,南方红豆杉纯林各种生长指标亦均高于落叶阔叶林下,前者地径和总侧枝数分别是后者 1.08 和 1.20 倍,株高、冠幅等生长指标达到差异显著水平,而当年抽高和当年侧枝数均达差异极显著水平(表 3)。可见,南方红豆杉纯林生长好于落叶阔叶林下,且当年抽高、当年侧枝等当年生长指标表现较明显;同时,研究还发现,栽培密度越大,套种对各种生长指标的影响越明显。

2.4 林下栽培不同密度南方红豆杉生长特性

150 cm×150 cm 栽培密度南方红豆杉各种生长指标均大于 120 cm×120 cm 密度中,但仅有冠

幅、株高及总侧枝数差异显著;60 cm×60 cm 栽培密度除当年侧枝数外,各种生长指标均大于 30 cm×30 cm 密度中,但差异不显著;150 cm×150 cm 栽培密度南方红豆杉的地径、冠幅、株高及总侧枝数均极显著大于 60 cm×60 cm 和 30 cm×30 cm 密度中,当年抽高大于 60 cm×60 cm、显著大于 30 cm×30 cm 密度中;120 cm×120 cm 栽培密度南方红豆杉总侧枝数、地径显著大于 60 cm×60 cm 和 30 cm×30 cm 密度中,冠幅大于 60 cm×60 cm、显著大于 30 cm×30 cm 密度中,其余生长指标差异不显著。可见林下栽培南方红豆杉各种生长指标基本上均随栽培密度减小而增大,不同栽培密度相差越大,生长量差异越明显(表 4)。

表 2 不同土壤条件下 5 年生南方红豆杉生长特性

Table 2 Growth characteristics of 5 year-old *Taxus chinensis* var. *mairei* under different soil conditions

土壤条件 Soil condition	地径 (mm) Collar diameter	冠幅 (cm) Crown diameter	株高 (cm) Plant height	当年抽高 (cm) Sprouting height in current year	当年侧枝数 Branch number in current year	总侧枝数 Total branch number
I	16.27 bB	65.45 bB	120.23 bB	25.59 cC	5.16 cB	27.91 bB
II	14.41 bB	72.38 bB	123.61 bB	44.98 bB	13.73 bA	29.15 bB
III	25.14 aA	136.08 aA	207.11 aA	74.34 aA	18.52 aA	47.12 aA

表 3 不同栽培措施下 5 年生南方红豆杉的生长特性

Table 3 Growth characteristics of 5 year-old *Taxus chinensis* var. *mairei* under different cultivation measures

栽培措施 Cultivation measure	栽培密度 (cm) Cultivation density	地径 (mm) Collar diameter	冠幅 (cm) Crown diameter	株高 (cm) Plant height	当年抽高 (cm) Sprouting height in current year	当年侧枝数 Branch number in current year	总侧枝数 Total branch number
纯林	30×30	27.94	142.54	201.45	60.12	14.92	42.85
套种	30×30	14.53	91.85	141.95	24.42	5.82	28.91
纯林	120×120	28.83	157.08	238.33	69.24	19.24	46.13
套种	120×120	26.81	118.16	164.74	31.53	8.26	38.48

表 4 林下不同栽培密度的 5 年生南方红豆杉的生长特性

Table 4 Growth characteristics of 5 year-old *Taxus chinensis* var. *mairei* under different cultivation densities in forest

栽培密度 (cm) Cultivation density	地径 (mm) Collar diameter	冠幅 (cm) Crown diameter	株高 (cm) Plant height	当年抽高 (cm) Sprouting height in current year	当年侧枝数 Branch number in current year	总侧枝数 Total branch number
30×30	14.53 bB	91.85 cC	141.95 bB	24.42 bB	5.82 aA	28.91 cB
60×60	17.42 bB	105.67 bcBC	155.13 bB	33.88 abAB	5.64 aA	31.64 cB
120×120	26.81 aA	118.16 bB	164.74 bB	31.53 abAB	8.28 aA	38.42 bAB
150×150	27.69 aA	167.01 aA	220.24 aA	46.51 aA	8.73 aA	47.23 aA

2.5 纯林栽培不同密度南方红豆杉生长特性

四种不同栽培密度南方红豆杉除 40 cm×40 cm 株高、总侧枝数及 60 cm×60 cm 当年抽高外,各种生长指标均随栽培密度减小而增大;120 cm×120 cm 南方红豆杉的地径、冠幅及总侧枝数极显著大于其他密度,当年抽高显著大于 40 cm×40 cm 密度而与 80 cm×80 及 60 cm×60 cm 差异不显著。80 cm

×80 cm 密度除当年抽高外,各种生长指标均大于 60 cm×60 cm,但差异均不显著(表 5)。80 cm×80 cm 和 60 cm×60 cm 密度株高、总侧枝数小于 40 cm×40 cm,其余生长指标均大于 40 cm×40 cm,但仅有地径差异显著。可见,南方红豆杉生长特性基本上随栽培密度减小而增大,但只有 120 cm×120 cm 与其他栽培密度的生长差异较为明显。

表5 不同栽培密度下6年生纯林南方红豆杉的生长特性
Table 5 Growth characteristics of pure 6 year-old *Taxus chinensis* var. *mairei* plantations under different cultivation densities

栽培密度 (cm) Cultivation density	地径 (mm) Collar diameter	冠幅 (cm) Crown diameter	株高 (cm) Plant height	当年抽高 (cm) Sprouting height in current year	当年侧枝数 Branch number in current year	总侧枝数 Total branch number
40×40	34.27 cB	169.19 bB	249.77 aA	42.31 bA	10.35 aA	43.45 bB
60×60	40.15 bB	196.88 bB	242.53 aA	56.45abA	10.81 aA	36.52 bB
80×80	40.93 bB	221.53 bB	247.33 aA	55.08abA	11.15 aA	43.24 bB
120×120	58.47 aA	253.44 aA	275.02 aA	60.25 aA	12.93 aA	61.73 aA

3 结论与讨论

南方红豆杉具边抽梢边分枝特性,5年生、6年生幼林当年抽高与4年生差异极显著,当年侧枝数5年生与4年生差异极显著、6年生与4年生差异显著;当年抽高、当年侧枝数6年生幼林均小于5年生,说明4~6年生南方红豆杉随年龄增长当年生长增量逐渐降低。4~6年生南方红豆杉随年龄增长地径、冠幅、株高及总侧枝数增加的幅度降低,增加的趋势变缓,生长速度变慢,这与栲树(*Castanopsis fargesii*)生长特征的研究结果相似(宋坤等,2007)。

光照是影响南方红豆杉生长的重要因子,王昌伟等(2008)研究了遮光对南方红豆杉生长及紫杉醇含量的影响,结果表明,当年生幼苗、3年生幼林必须在荫蔽环境下才能生长良好;5年生南方红豆杉30%遮光率有利于生长,而70%遮光率下其冠幅、地径均低于全光照下,同时遮阴环境下的生物量及紫杉醇含量均低于全光照下。本试验中5年生南方红豆杉纯林生长好于落叶阔叶林下(林分的郁闭度为0.6~0.7),且种植密度较大时尤为显著,这可能是因为随年龄增长,南方红豆杉对光照的需求增加,过于荫蔽的环境已经明显地不利于南方红豆杉生长(俞慈英等,2008;王昌伟等,2008)。南方红豆杉落叶阔叶林下套种及纯林生长均随栽培密度减小而增大,且在栽培密度较小时差异较明显,光照条件是否为主要影响因素有待于进一步研究。

与红豆杉属其他种相比,南方红豆杉为地缘广布种,具较强的适应性,但不同土壤条件明显影响其生长特性。林开敏等(2001)研究了抚育对杉木(*Cunninghamia lanceolata*)幼林生长的影响,认为抚育改变了杉木土壤条件及群体结构,经过抚育的杉木幼林生长量明显大于未抚育幼林。本试验中耕作农田中南方红豆杉生长最好,土壤较板结未耕作

农田生长较差,去除上层20cm耕作土的农田最差,这可能主要由于不同土壤的理化性质不同,从而影响其生长发育,具体原因有待于进一步研究。

南方红豆杉为耐荫植物,特别在幼苗期适当遮阴或套种可增加幼苗成活率及生长量(俞慈英等,2008),但随年龄增长,过度荫庇如70%遮光率时会抑制其生长,应以30%遮光率较为适宜(王昌伟等,2008)。栽培密度对南方红豆杉生长影响较大,且密度越大影响越明显,本试验结果表明南方红豆杉栽培密度以120cm×120cm较为适宜。中耕除草等栽培措施能改变土壤环境,有利于南方红豆杉生长,应进行定期抚育。

致谢 参加试验的还有富阳南方红豆杉生物科技有限公司何如尧,中国林科院亚林所陈东亮、耿青伟、刘明靖、平秀敏等,谨此致谢。

参考文献:

- 傅立国. 2000. 中国高等植物(第3卷)[M]. 青岛:青岛出版社:108
- Deng ZB(邓仲斌), Li XK(李先琨), Su ZM(苏宗明), et al. 2001. A preliminary study on the plant cultivation of *Taxus chinensis* (红豆杉人工栽培试验初报)[J]. *Guihai*(广西植物), 21(1):63-66
- Jiao YL(焦月玲), Zhou ZC(周志春), Jin GQ(金国庆), et al. 2005. Growth differences between six provenances of *Taxus chinensis* var. *mairei* at seedling and young stage(6个南方红豆杉种源苗期和幼龄生长差异)[J]. *Fore Res*(林业科学研究), 18(5):636-640
- Li BL(李斌连), Qiu C(邱萃), Liu JX(刘金仙), et al. 2006. Establishment of callus induction and subculture system of *Taxus chinensis* var. *mairei*(南方红豆杉愈伤组织诱导和继代培养体系的建立)[J]. *J Fujian Agric Fore Univ*(福建农林大学学报), 35(5):515-518
- Liao WB(廖文波), Zhang ZQ(张志权), Su ZY(苏志尧), et al. 1996. Importance and exigency on study of protection biology of anticancer plant *Taxus chinensis* var. *mairei*(抗癌植物南方红豆杉保护生物学价值的评价)[J]. *Ecol Sci*(生态科学), 15(2):17-20
- Lin KM(林开敏), Huang BL(黄宝龙), Hong W(洪伟), et al. (下转第615页 Continue on page 615)

蕊,上表面光滑,具有紫红色和白色相间的花斑。花期 11 月~次年 2 月。

China(中国), Guangxi(广西): Guilin(桂林), Guilin Botanical Garden(桂林植物园), transplanted from Daxin(大新) county, Xialei Natural Reserve(下雷自然保护区), growing in evergreen broad-leaved forest on slopes of limestone hills, alt. 560 m, 2007-11-26, W. B. Xu 07101(GBK); the same locality, 2009-2-12, W. B. Xu 09035(GBK)。

分布: 中国: 广西; 越南: 嘉莱—昆嵩省(Gialai-Kontum)。中国新记录。

合瓣蜘蛛抱蛋 *Aspidistra connata* 与辐花蜘蛛抱蛋 *A. subrotata* 相似,但不同在于该种的叶片长椭圆形至长卵状椭圆形,花被顶端 8~10 裂,裂片线形,顶端联合不分开,形成一个笼状包围着雌蕊。

致谢 德国路德维格—马克西米利安大学生物系 Hans-Juergen Tillich 博士提供世界蜘蛛抱蛋属最新资料,广西植物研究所朱运喜先生制作图版,特致诚挚谢意。

参考文献:

- 李光照. 2004. 蜘蛛抱蛋属植物[M]. 南宁:广西科学技术出版社:1-229
- Chen XX(陈秀香), Fang D(方鼎). 1982. Two new species of the *Aspidistra*(Liliaceae) from Guangxi(广西蜘蛛抱蛋属(百合科)两新种)[J]. *Guihaia*(广西植物), 2(2):77-79
- Huang SC(黄燮才). 1986. A new species of *Aspidistra* from Guangxi(广西蜘蛛抱蛋属一新种)[J]. *Guihaia*(广西植物), 6(4):273-274
- Li GZ(李光照), Tang SC(唐赛春). 2002. New taxa of *Aspidistra* from Guangxi(广西蜘蛛抱蛋属新类群)[J]. *Guihaia*(广西植物), 22(4):289-291
- Tillich HJ. 2005. A key for *Aspidistra*(Ruscaceae), including fifteen new species from Vietnam[J]. *Feddes Repertorium*, 116(5-6):313-338
- Tillich HJ. 2006. Four new species in *Aspidistra* Ker-Gawl. (Ruscaceae) from China, Vietnam and Japan[J]. *Feddes Repertorium*, 117(1-2):139-145
- Tillich HJ, Averyanov LV, Dzu NV. 2007. Six new species of *Aspidistra*(Ruscaceae) from northern Vietnam[J]. *Blumea*, 52:139-145
- Tillich HJ. 2008a. Two new species and one new subspecies of *Aspidistra* Ker-Gawl. (Ruscaceae) from Vietnam[J]. *Feddes Repertorium*, 118(1-2):37-41
- Tillich HJ. 2008b. An update and improved determination key for *Aspidistra* Ker-Gawl. (Ruscaceae, Monocotyledons)[J]. *Feddes Repertorium*, 119(5-6):449-462
- Wan Y(万煜). 1984. A new species of the genus *Aspidistra* from Guangxi(广西蜘蛛抱蛋属一新种)[J]. *Guihaia*(广西植物), 4(2):129-131
- Wan Y(万煜). 1987. New species of the genus *Aspidistra* from Guangxi(广西蜘蛛抱蛋新植物)[J]. *Guihaia*(广西植物), 7(3):217-224
- Wei YG(韦毅刚), Li GZ(李光照), Lang KY(郎楷永), et al. 2000. A study on the distribution and habitats of Chinese *Aspidistra* Ker-Gawl. (中国蜘蛛抱蛋属植物分布及生境特点的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 20(3):218-228
2001. The effect of tending methods on growth and population structure of young Chinese fir plantation(不同抚育技术对杉木幼林生长及群体结构的影响)[J]. *Sci Silv Sin*(林业科学), 37(6):26-33
- Song K(宋坤), Da LJ(达良俊), Yang TH(杨同辉), et al. 2007. Age structure and growth characteristic of *Castanopsis fargesii* population(栲树种群的年龄结构及其生长特征)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 18(2):254-260
- Su YJ(苏应娟), Wang T(王艇), Li XY(李雪雁), et al. 2000. Analysis on the amounts of taxol in different location of *Taxus chinensis* var. *mairei*(南方红豆杉不同部位紫杉醇含量的分析)[J]. *Nat Product Res Develop*(天然产物研究与开发), 19(2):19-21
- Wang CW(王昌伟), Tong C(仝川), Li WJ(李文建), et al. 2008. Effects of shading on *Taxus chinensis* var. *mairei* growth and its taxol content(遮光对南方红豆杉生长及紫杉醇含量的影响)[J]. *Chin J Ecol*(生态学杂志), 27(8):1269-1273
- Wang CW(王昌伟), Peng SL(彭少麟), Li MG(李鸣光), et al. 2006. Review of factors affecting the taxoids content of *Taxus* spp. (红豆杉中紫杉醇及其衍生物含量影响因子研究进展)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 26(5):1583-1590
- Wang YS(王月生), Zhou ZC(周志春), Jin GQ(金国庆), et al. 2007. Growth of *Taxus chinensis* var. *mairei* for container seedlings in different media mixtures and for bare-root versus container seedlings in a young stand(基质配比对南方红豆杉容器苗及其移栽生长的影响)[J]. *J Zhejiang Fore Coll*(浙江林学院学报), 24(5):643-646
- Wu JS(吴家森), Zhang LQ(张立钦), Wu JC(吴进才), et al. 2008. Macronutrients and allocations to different organs in one-to three-year-old *Taxus chinensis* var. *mairei*(南方红豆杉幼苗营养元素质量分数与分布)[J]. *J Zhejiang Fore Coll*(浙江林学院学报), 25(2):195-199
- Yu CY(俞慈英), Li XP(李修鹏), Yu YF(袁燕飞), et al. 2008. Ex-situ island cultivation and propagation techniques for *Taxus chinensis* var. *mairei*(南方红豆杉海岛迁地栽培与繁殖试验)[J]. *J Zhejiang Fore Coll*(浙江林学院学报), 25(1):60-64

(上接第 650 页 Continue from page 650)