

单叶省藤组培家系的生长特性分析*

杨锦昌¹ 许煌灿¹ 尹光天¹ 曾炳山¹ 冯昌林²

(1. 中国林业科学研究院热带林业研究所 广州 510520; 2. 中国林业科学研究院热带林业实验中心 凭祥 532600)

关键词: 单叶省藤; 组培家系; 生长性状; 萌蘖力

中图分类号: S722.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-7488(2006)02-0120-05

An Analysis on Growth Character of Tissue Culture Families of *Calamus simplicifolius*Yang Jinchang¹ Xu Huangcan¹ Yin Guangtian¹ Zeng Bingshan¹ Feng Changlin²

(1. Research Institute of Tropical Forestry, CAF Guangzhou 510520; 2. Experimental Center of Tropical Forestry, CAF Pingxiang 532600)

Abstract: The growth character of 4 tube seedling families, namely, CS3, CS5, CS10 and CS11 of *Calamus simplicifolius* was analyzed through the comparative experiment with normal seedlings(CK). The result showed that at the age of 1, the seedling height of CS3 and CS5 was higher than that of both CS10 and CS11, gaining highly significant difference while the height of CS10 and CS11 was higher than that of CK at significant and extremely significant level respectively. After afforestation, the survival rate of 4 families decreased rapidly at first, and then decreasing gradually slow down, finally, the rate kept steady with year increasing. Survival rate varied a bit, but no significant difference was found among families. Tissue culture families started to sucker more identically and earlier than normal seedlings. As for suckering rate and mean number of sucker shoot, tissue culture families were higher than normal seedlings, and then the sequence of suckering ability, CS11 > CS10 > CS5 > CS3 was arranged. The total stem number of the clump was consistent with suckering ability among families where CS11 was the largest, CS10 and CS5 was larger, and CS3 as well as CK was the smallest, but no significant difference appeared. Mean length of mother stem and mean total length of rattan clump differed significantly at the level of 0.05 and 0.01 among families. Based on the variance analysis and multiple comparisons, two types of tissue culture families, superior type and common one were classified.

Key words: *Calamus simplicifolius*; tissue culture family; growth character; suckering ability

我国制藤工业发达、工艺精良,藤产品出口约占国际市场份额20%。然而国内棕榈藤资源匮乏,极大制约了制藤工业和出口贸易的发展。近年来,为了摆脱资源危机的被动局面,加快了棕榈藤资源人工培育的步伐(许煌灿等,2001)。单叶省藤(*Calamus simplicifolius*)是中国特有棕榈藤种之一,藤茎具良好工艺特性,是藤编家具及工艺品的优良材料,是华南地区推广栽培的首选藤种(江泽慧,2002;曾炳山等,2003)。良种先行是发展棕榈藤人工林的首要步骤,而通过组培快繁苗木则是良种先行的重要途径。然而与其他林木相比,国内外对棕榈藤的研究较迟(许煌灿等,1994;Dransfield,2002),迄今为止还没有关于棕榈藤家系选优的研究报道。最近,国内学者对单叶省藤组培苗造林开始了初步研究,为良种选育提供了一定的借鉴(曾炳山等,2003)。然而该研究材料来源于幼龄林,对于组培苗造林后期的生长性状缺乏必要的分析。因此,利用长期观测的固定标准地材料,对单叶省藤组培家系的生长特性进行分析,从而为组培家系的选优提供依据,是一项十分有意义的工作。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于广西凭祥市热带林业实验中心,北纬22°07'27",东经106°44'30",海拔210 m,属亚热带季风气候,干湿季节交替明显。年平均气温21.4℃,最冷月份平均气温13℃,极端最低气温-1.5℃,最热月份平均气温27.5℃,极端最高气温39.8℃,≥10℃积温7 818.4℃,年平均降水量1 379 mm,蒸发量1 300~1 700 mm。试验地地势平坦开阔,土壤肥力比较均匀,发育母岩为石灰岩,土层厚度>1 m,pH值

收稿日期:2003-06-18。

基金项目:国家“十五”攻关“棕榈藤种质资源培育及利用技术”(2001ba506b04)及 ITTO 项目“基于人工林资源中国棕榈藤业可持续发展的能力建设”(PD 100/01 Rev.3)。

* 参加本试验的还有张伟良、黄雪群、卢立华等,特此致谢。

6.4,有机质含量 $9.8\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全 N $0.7\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效 N 为 $60.4\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,全 P $0.42\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效 P $6.00\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,全 k $5.4\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效 K $55.8\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

1.2 试验设计 1) 造林措施 造林前,全面清理林下杂草和灌木,适当疏伐林木,控制上层林分郁闭度约 0.5,穴状整地,种植穴规格为 $50\text{ cm}\times 50\text{ cm}\times 30\text{ cm}$,每穴种植 1 株藤苗;造林苗木为 1 年生藤苗。2) 试验安排 在热带林业实验中心树木园引种区设置组培家系和实生苗试验。采用完全随机区组设计安排 4 个组培家系(即 CS10、CS11、CS3 和 CS5)和 1 个实生苗对照(CK),2 次重复,每区组 5 个试验小区。试验小区为长方形,每小区种植 20 株,株行距 $3\text{ m}\times 2\text{ m}$ 。每小区两侧设置保护行。3) 数据采集和处理 造林前测定各家系的苗高和叶片数;造林后 2.5、4、5、和 9 年时测定保存率、萌蘖数和长度。数据采集后,对保存率和萌蘖率与对茎长分别进行 $\sin^{-1}x^{1/2}$ 转换和 $\ln x$ 转换,并在计算机上利用 SPSS 统计软件进行处理和分析。

表 1 各家系 1 年生苗木生长表现
Tab. 1 Growth performance of 1-year-old
planting stock from each family

家系 Family	平均苗高 Mean height/cm	平均叶数 Mean leaf number/piece
CS10	17.9	2.3
CS11	15.4	2.2
CS3	20.8	3.1
CS5	20.9	3.2
CK	20.1	3.2

2 结果与分析

2.1 造林前藤苗生长性状 不同家系的遗传成分不尽相同,会影响到苗期的生长表现。从表 1 可知,在 4 个组培家系中,CS3 和 CS5 表现最好,CS10 次之,而 CS11 表现最差。方差分析结果表明:不同家系间苗高达到极显著差异(见表 2)。经多重比较分析,CS10、CS11 与 CS3、CS5 之间存在极显著差异;CS10 与实生苗也存在显著差异,而 CS11 与实生苗达到极显著差异。

该结果说明:不同组培家系的苗高在幼龄时存在极显著差异,苗期生长性状在家系间存在较大的变异。

表 2 不同家系 1 年生苗高方差分析
Tab. 2 Variance analysis of the height of 1-year-old seedlings for different families

项 目 Item	变异来源 Variance source	DF	均方 Mean square	F	Sig.
苗高 Height	家系间 Among families	4	219.238	13.853**	0.000
	家系内 Within families	195	15.826		0.000

2.2 植株保存率 保存率是衡量造林成败的关键指标,同时也是体现植株在整个生长过程中对外界环境适应能力。由图 1 可知,各家系保存率随着年龄的增加开始时下降比较迅速,接着变化速度减缓,最后处于稳定状态。根据这一特征,可将植株生长大致分为 3 个阶段:A 适应阶段(苗龄 1~4 年):这段时间内,各个家系保存率的变化幅度即折线的斜率均比较大;其中 CS11 保存率最高,在 2.5 年和 4 年时分别达到 97.5% 和 90%;CS5 和实生苗保存率在 4 年时最低,保存率均小于 80%;而 CS10 和 CS3 的保存率较高。B 过渡阶段(4~5 年):除 CS3 之外,组培家系保存率的下降逐渐减缓甚至不变,而实生苗的保存率则保持不变;此时 CS11 的保存率虽然最高,但已下降至 82.5%;而实生苗最低,仅为 75%。C 稳定阶段(苗龄 ≥ 5 年):各家系的保存率不再下降。总之,各组培家系的保存率存在一定的差异,但到后期它们的保存率均高于实生苗,经方差分析表明,各家系的植株保存率均无显著差异。

2.3 萌蘖特性 萌蘖是棕榈藤的重要生物学特性和重要生长指标,它促使植株不断分蘖、导致植株数量不断增加、进而增加藤丛的总茎长(曾炳山等,2003;许煌灿等,1994)。萌蘖特性可体现在萌蘖起始时间、萌蘖

表 3 不同家系的萌蘖特性比较
Tab. 3 Comparison of suckering ability among families

家系 Family	2.5 a		4 a		5 a		9 a	
	平均萌蘖数 Mean number of sucker/ (plant·clump ⁻¹)	萌蘖率 Sucker rate/%	平均萌蘖数 Mean number of sucker/ (plant·clump ⁻¹)	萌蘖率 Sucker rate/%	平均萌蘖数 Mean number of sucker/ (plant·clump ⁻¹)	萌蘖率 Sucker rate/%	平均萌蘖数 Mean number of sucker/ (plant·clump ⁻¹)	萌蘖率 Sucker rate/%
CS10	0.03	2.56	0.09	9.38	1.13	32.26	6.13	96.77
CS11	0.05	5.13	0.22	8.33	1.27	36.36	6.36	96.97
CS3			0.06	5.71	0.39	16.13	4.35	74.19
CS5	0.03	2.94	0.13	12.90	0.97	38.71	6.03	90.32
CK					0.53	26.67	5.43	100.00

率和平均萌蘖数 3 个方面。1) 萌蘖起始时间 即造林后植株开始萌蘖的时间。从表 3 可知, 组培家系的萌蘖起始时间比较一致, 除 CS3 在 4 年萌蘖稍迟外, 其他 3 个家系均在 2.5 年开始萌蘖。而实生苗萌蘖起始时间为 5 年; 相比之下, 4 个组培家系的萌蘖起始时间均早于实生苗 1~2 年, 这表明用组培苗造林更有利于植株提早萌蘖。2) 萌蘖率和平均萌蘖数 萌蘖率是指已萌蘖的藤丛数与所有藤丛数的百分比, 而平均萌蘖数是指植株已分蘖的植株数量与所有藤丛数的比值, 二者联系紧密, 但又有区别。前者侧重于描述植株是否萌蘖的一种状态, 体现植株萌蘖的齐性; 后者则反映植株萌蘖的速度, 是对前者的进一步补充和丰富。

当植株年龄为 2.5 年时, 除 CS3 未出现萌蘖外, 其他 3 个组培家系均已开始萌蘖, 但萌蘖率和平均萌蘖数都很低。当年龄为 4 年时, 除实生苗外, 所有组培家系全部开始萌蘖, 但萌蘖率和萌蘖数量仍很有限, 只有 CS5 的萌蘖率较高, 达到 12.9%; CS11 的萌蘖数较多, 平均为 0.22 个·丛⁻¹; 而其他两个家系的萌蘖率和平均萌蘖数都很低。随着时间推移至 5 年时, 所有家系都已开始萌蘖。此时, CS10、CS11 和 CS5 家系的萌蘖速度不断加快, 平均萌蘖数和萌蘖率均高于实生苗, 分别增长到 32% 和 0.9 个·丛⁻¹ 以上, 这表明近 1/3 以上的藤丛产生分蘖, 而且每个藤丛萌蘖 1 株以上; 但 CS3 的萌蘖性最差, 其萌蘖率和平均萌蘖数均小于实生苗。到了 9 年时, 各家系进一步加快萌蘖生长, 除 CS3 外, 其他 3 个组培家系的平均萌蘖数和萌蘖率分别在 6 个和 90% 以上, 虽然实生苗家系萌蘖率达 100%, 但平均萌蘖数较之于 CS11、CS10 和 CS5 低。从总体上看, 4 个组培家系中 CS11 的萌蘖性最强, CS5 和 CS10 次之, CS3 最弱。

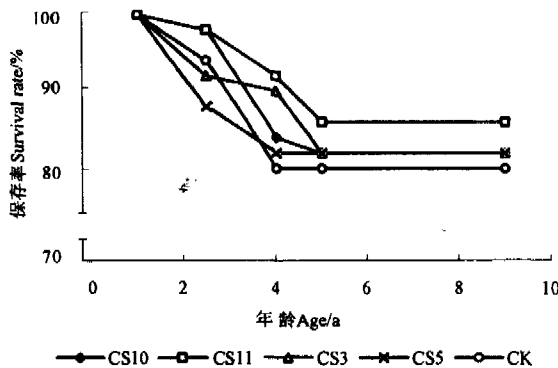


图 1 各家系保存率随年龄变化规律

Fig. 1 Changes in survival rate of each family with ages

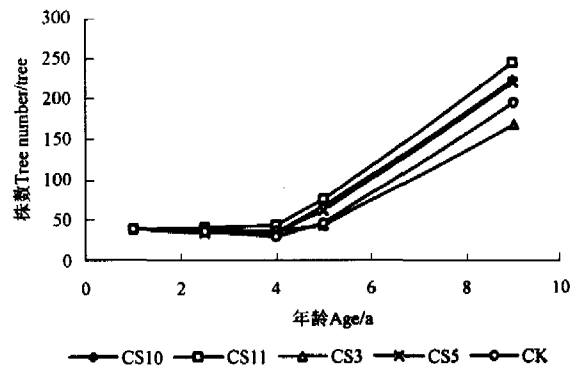


图 2 各家系株数随年龄的变化规律

Fig. 2 Changes in tree number of each family with ages

2.4 株数变化 萌蘖力的差异直接影响到各家系藤丛株数的变化。通过绘制各家系总株数变化图(图 2)可知, 在 1~4 年阶段, 除 CS11 的株数略有增长之外, 其他 4 个家系的株数均比造林时的株数有所下降, 这是因为大部分的家系刚刚萌蘖或还未萌蘖, 由萌蘖所增长的植株数小于造林后死亡数量。在 4~5 年时期, 各家系的藤丛数均大于造林时的株数, 这主要归结于萌蘖速度的加快和造林保存率的逐渐稳定, 但各家系间有所差异: CS11 藤丛数的增长仍然最大, CS5 和 CS10 植株数目增长较多, 而 CS3 和实生苗家系在植株数量上增长最慢。随着年龄增至 9 年时, 各家系的株数迅速增多, 但各家系植株数量增长的差异进一步增大: CS11 依旧维持最高水平, CS10 和 CS5 二者几乎并列处于第 2, 实生苗第 3, 而 CS3 最低。方差分析结果表明, 各家系间株数差异不显著。

2.5 茎长变化 随着年龄的增加, 藤丛不仅横向萌蘖扩展, 而且纵向攀援伸长, 导致藤丛茎长不断发生变化。藤丛茎长涉及母茎长、萌蘖茎长和总茎长, 后者是前两者的相加结果。由于不同家系的萌蘖力的差异, 其萌蘖茎长的变化规律不太容易把握, 因而本文将着重讨论母茎长和总茎长的变化规律。从图 3、4 可见, 各家系在年龄 ≤ 5 年时平均母茎长和藤丛总茎长均很小, 二者的数值皆小于 1 m, 而且增长非常缓慢, 3 个点的连线几乎是一条平直的直线。而后随年龄增加, 点的连线明显变陡, 平均母茎长和平均藤丛总茎长增长迅速; 同时, 各家系的增长趋势逐步明显, 形成 2 类折线簇, 即由 CS10、CS11 和实生苗组成的第 1 类折线簇和由 CS3 和 CS5 组成的第 2 类折线簇。这种现象表明随时间后移, 各家系在茎长指标上的差异进一步增大, 并分化形成两大类, 这为单叶省藤的家系选优提供了参考和依据。

对藤丛母茎长和藤丛总茎长进行方差分析(见表 4)可知: 在不同年龄时, 母茎长在家系间均达到极显著

差异,总茎长在家系间除年龄为 5 年时只达到显著差异水平外,其他年龄段均达到极显著差异,这表明进行单叶省藤家系选择试验研究是十分必要的。

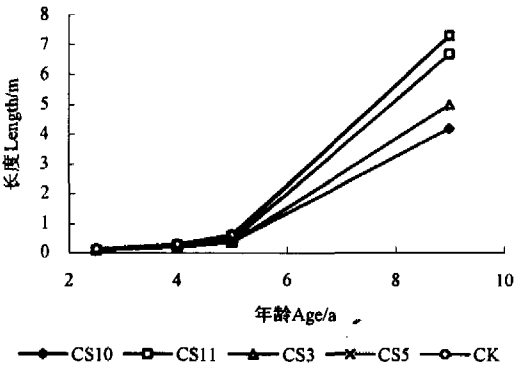


图 3 各家系平均母茎长变化规律
Fig. 3 Change in mean length of mother stem of each family

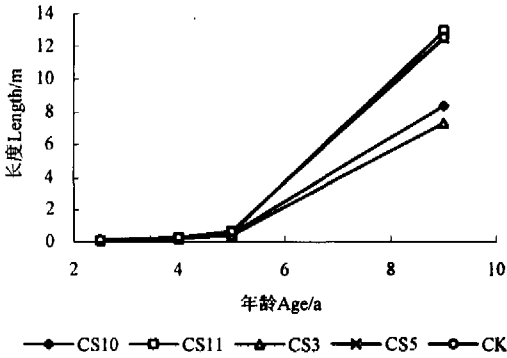


图 4 各家系藤丛总茎长变化规律
Fig. 4 Change in mean total length of rattan clump of each family

表 4 各家系母茎长和总茎长在不同年龄时方差分析^①
Tab. 4 Variance analysis of mother stem length and total clump length of different families at various ages

年龄 Age/a	变异来源 Variance source	DF	母茎长 Mean length of mother stem			总茎长 Mean total length of rattan clump		
			均方 Mean square	F 值 F value	Sig.	均方 Mean square	F 值 F value	Sig.
2.5	家系间 Among families	4	1.250	4.072**	0.003	1.203	3.786**	0.006
	区组间 Among blocks	1	0.050	0.162	0.668	0.074	0.232	0.631
4	家系间 Among families	4	0.944	5.168**	0.001	0.838	3.960**	0.004
	区组间 Among blocks	1	0.016	0.090	0.765	0.000	0.000	0.991
5	家系间 Among families	4	1.606	4.919**	0.001	1.530	3.250*	0.014
	区组间 Among blocks	1	0.000	0.000	0.998	0.208	0.441	0.508
9	家系间 Among families	4	3.776	5.777**	0.000	4.278	4.660**	0.001
	区组间 Among blocks	1	0.705	1.078	0.301	0.893	0.972	0.326

① *、**分别表示显著和极显著水平。* and ** indicate significant and extremely significant level respectively.

采用 S 检验法对年龄为 9 年时的平均母茎长和藤丛总茎长进行多重比较,结果得知:在平均母茎长指标上,CS5、CK 与 CS3、CS10 之间以及 CS11 与 CS10 之间均存在极显著差异;在藤丛总茎长指标上,CS5、CK 与 CS3、CS10 之间存在极显著差异,而 CS11 与 CS3、CS10 之间存在显著差异。

3 结论与讨论

本次试验的 4 个组培家系材料均来自同一棕榈藤林分,但通过苗期生长性状分析,不同组培家系在苗高指标上存在极显著差异,表明组培子代在苗期生长性状上会出现较大的变异,藤类的无性系和家系选育可望获得较大的遗传增益(曾炳山等,2003)。藤苗的叶片数因不满足条件而未进行方差分析,但通过相关关系分析,得出藤苗的叶片数与苗高呈极显著正相关,Spearman 相关系数达到 0.530,说明叶片数可以作为衡量苗木生长表现的指标。另外,棕榈藤的苗木与其他树种不同(杨宗武等,2003;何贵平等,2003),藤苗在幼龄时期地径不规则而在测量时容易出现较大误差,因而在苗期生长性状分析中未采用地径指标。

在植株生长过程中,各家系的保存率在年龄≤4 年下降迅速,而后变化幅度逐步减小并最后处于稳定状态,表明藤苗刚造林后由于苗木小,对不良因素的抗逆性和对外界环境的适应性较差,而后随年龄增长,植株的抗逆性和适应性不断增强,最终使得保存率维持在一个稳定水平;另一方面,可以反映出:藤苗造林后头 3 年要加强抚育管理工作,为苗木创造一个良好的生长环境,促使藤幼龄林尽早郁闭(江泽慧,2002;许煌灿等,1994;Nur Supardi et al.,1992)。家系间的保存率虽有一定的差异,但无论是区组间还是家系间,均未达到显著水平,一方面说明试验地的林分透光度、立地条件和造林措施比较一致;另一方面可能与组培的母株均来自同一人工林有关。从整个过程看,家系的保存率均在 75% 以上,说明采用营养袋培育的藤苗比较强壮,可以较好地承受大田移栽并保持较高的成活率。

组培家系的萌蘖起始时间均早于实生苗,时间也比较一致,而且除 CS3 之外,其他 3 个组培家系的平均萌蘖数和平均萌蘖率皆大于实生苗。可以认为组培家系的萌蘖力强于实生苗,这种现象可从两个方面加以解释:其一,组培苗在继代培养时激素不断积累,这些激素累积所产生效应会影响到组培苗造林后的分蘖(苏秀城,2000);其二,组培家系所选择的母株也是影响组培子代的因素,因为通过无性繁殖,组培子代的遗传成分与其原株完全相同(梁一池,1997)。组培家系萌蘖力影响到组培家系的总株数。从前面的分析可知各家系的萌蘖特性不论是从平均萌蘖数还是萌蘖率,基本上都是 CS11 > CS10 > CS5 > CK > CS3。

藤丛母茎长和藤丛总茎长这两个指标在家系间的显著差异或极显著差异反映出组培家系间的变异程度。藤丛母茎长与总茎长的生长规律并不完全一致,平均母茎长最长的并不一定反映平均总茎长最长;反之亦然。这可归结于家系萌蘖特性的差别,因为萌蘖力牵涉到藤丛株数变化,进而影响到藤丛的总茎长。根据方差分析和在 9 年时的多重比较结果,可最终将 4 个组培家系归为 2 类,即一类是由 CS5 和 CS11 优良组培家系与 CS3 和 CS10 组成的普通组培家系。

苗期时组培家系的生长表现与造林后期的生长表现会产生一些差异,如 CS3 在苗期时生长表现很好,但到了 9 年时则表现最差;而 CS11 苗期表现最差,但在后期却生长迅速。由此可见,苗期生长性状并不完全决定造林后期植株的生长表现(余荣卓,1998;李明鹤等,2003)。由于林木是多年生的植物,林木的种源家系试验往往得经过连续数年或更长时间才能较明显地得出结果,这样也有利于做出更为客观和准确的分析与判断(洪伟,1997;赵承开,2002)。组培家系无论是在苗期还是在造林后的生长差异表明了对不同家系进行生长性状比较和分析是非常有必要的,也表明了设置家系试验进行家系选优的合理性。

本文所分析的组培家系仅限有 4 个,这与家系选优时所需要的数量相差较远。由于我国棕榈组培研究开始于 20 世纪 90 年代(庄承纪等,1991;张方秋,1993;许煌灿等,2002),许多技术尚处于摸索阶段,再加上条件限制,而未能多地点、多样本选择组培母株加大组培家系数量。今后应该增加组培家系的数量,拓宽和丰富优良基因资源,开展种源和家系综合选择的研究(徐建民等,2003),使得研究结果更有代表性和科学性。

参 考 文 献

- 何贵平,陈益泰,孙银祥,等.2003.南酸枣地理种源期性状变异研究.林业科学研究,16(2):177-182
- 洪伟编著.1997.林业试验设计技术与方法.北京:科学技术出版社,205-211
- 江泽慧主编.2002.世界竹藤.沈阳:辽宁科学技术出版社,592-593
- 李明鹤,沈宝仙,李传涵,等.2003.杉木无性系选择与木材生产相结合的研究.林业科学,39(3):157-162
- 梁一池.1997.林木育种原理与方法.厦门:厦门大学出版社,187-195
- 苏秀城.2000.杉木无性不同继代代数组培差异研究.福建林学院学报,20(4):353-356
- 徐建民,陆钊华,李光友,等.2003.细叶桉种源一家系综合选择的研究.林业科学研究,16(1):1-7
- 许煌灿,孙清鹏.2001.棕榈藤产业现状及其发展前景//竺肇华主编.中国热带地区竹藤发展.北京:中国林业出版社,88-106
- 许煌灿,尹光天,孙清鹏,等.2002.棕榈藤的研究和发展.林业科学,38(2):135-143
- 许煌灿,尹光天,曾炳山主编.1994.棕榈藤的研究.广州:广东科技出版社
- 杨宗武,郑仁华,侯伯鑫,等.2003.福建柏苗期生物量种源间遗传变异及综合评价的研究.林业科学研究,16(1):39-44
- 余荣卓.1998.杉木种子园子代长期测定结果与早晚期选择相关性分析.福建林学院学报,18(4):362-365
- 曾炳山,尹光天,许煌灿,等.2003.单叶省藤组培苗造林初步研究.林业科学研究,16(2):240-244
- 张方秋.1993.棕榈藤组培技术研究.林业科学研究,6(5):486-492
- 赵承开.2002.杉木优良无性系早期选择年龄和增益.林业科学,38(4):53-60
- 庄承纪,周建葵.1991.省藤组织培养的植株再生.云南植物研究,13(1):97-100
- Drandfield J. 2002. General introduction to rattan—the biological background to exploitation and the history of rattan research// Dransfield John, Florentino O Tesoro and Manokaran N (ed). Rattan current research issues and prospects for conservation and sustainable development. FAO, 23-34
- Nur Supardi M N and Aminuddin M. 1992. Planting systems for large-diameter canes// Razali W, Dransfield J, Manokaran N(ed). A guide to the cultivation of rattans. Malaysian Forest Records No. 35. Forest Research Institute Malaysia, 89-98

(责任编辑 郑槐明)