

尾叶桉无性系生长、干形和抗枝瘿姬小蜂综合选择

王伟, 徐建民*, 李光友, 杜志鹤, 韩超, 陆钊华, 吴世军

(中国林业科学研究院热带林业研究所, 广州 510520)

摘要:对尾叶桉 60 个无性系进行了生长量和桉树枝瘿姬小蜂的敏感性调查。结果表明, 生长性状在无性系单株间存在显著的相关性, 而尾叶桉受姬小蜂的危害情况与生长性状间无显著相关性。对遗传参数的估算表明, 尾叶桉无性系抗桉树枝瘿姬小蜂水平有较高的重复力, 可以通过无性系选择获得抗蜂、速生的尾叶桉无性系。最终通过独立淘汰法选择出 6 个优良的尾叶桉无性系。

关键词:尾叶桉; 枝瘿姬小蜂; 无性系; 生长性状

中图分类号:S782.390.4

文献标识码:A

文章编号:1005-3395(2011)05-0419-06

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2011.05.005

Comprehensive Selection on Growth, Stem Form of *Eucalyptus urophylla* Clones and Resistance to *Leptocybe invasa*

WANG Wei, XU Jian-min*, LI Guang-you, DU Zhi-hu, HAN Chao, LU Zhao-hua, WU Shi-jun

(Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, China)

Abstract: The growth and sensitivity to *Leptocybe invasa* of 60 clones of *Eucalyptus urophylla* at 5- or 7-year-old were investigated in Xinhui County, Guangdong Province. The results showed that the growth traits had significant relations among the individuals of clones, and there were no significant correlations between damage index and growth traits. The estimation of genetic parameters showed that *E. urophylla* clones had high repeatability for resistance to *Leptocybe invasa*, which could screen rapid growing and resistance to bees clones of *E. urophylla*. In finally, 6 excellent clones were screened out by independent culling method.

Key words: *Eucalyptus urophylla*; *Leptocybe invasa*; Clone; Growth trait

尾叶桉(*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake)为桃金娘科(Myrtaceae)植物, 原产于印度尼西亚的Timor、Alor、Wetar、Flores、Adonara、Lomblen 和Pantar 等 7 岛, 分布于 7°30' ~ 10°S, 122° ~ 127°E, 垂直分布于海拔 300 ~ 3000 m 的地区^[1-2]。

我国于 1973 年开始引种尾叶桉。尾叶桉及其杂交无性系以其优良的制浆性能和速生丰产等特性, 成为南方桉树主要生产区的主要生产树种^[3]。2007 年桉树枝瘿姬小蜂(*Leptocybe invasa* Fisher &

La Salle)在我国爆发, 对我国桉树产业的发展构成重大的潜在威胁^[4]。在海南省、广东省的调查表明, 尾叶桉及其杂交无性系也出现了桉树枝瘿姬小蜂危害的情形。

桉树枝瘿姬小蜂隶属于膜翅目(Hymenoptera)姬小蜂科(Eulophidae)^[5-6], 于 2000 年在中东和地中海地区被发现, 2007 年传入我国, 吴耀军等^[4]对桉树枝瘿姬小蜂在国内的危害风险进行了评估, 为高度危险害虫。

收稿日期: 2011-01-27

接受日期: 2011-04-19

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项基金(RITFYWZX200904); 国家十一五科技支持专项项目(2006BAD01A15-4); 科技部农业转化项目(2009GB24320471); 广东省林业科技创新专项基金(2009KJCX004-02)资助

作者简介: 王伟(1983 ~), 男, 山西临汾人, 博士研究生, email: waynelove@126.com

* 通讯作者 Corresponding author, email: jianmxu@163.com

本文用 5 年生、7 年生尾叶桉无性系为试验材料,对尾叶桉受桉树枝瘿姬小蜂的危害情况进行调查,探讨了尾叶桉的生长性状与抗桉树枝瘿姬小蜂间的相关性,为筛选具有高抗性且速生,干形优良的尾叶桉无性系提供科学参考。

1 材料与amp;方法

1.1 试验地概况

试验地位于广东省江门市新会区都会村(22°33'N,113°02'E),海拔 45 m,属南亚热带海洋性季风气候区,年均气温为 22.3℃,10℃ 以上的年有效积温为 7653.0℃,最冷月平均气温为 6.7℃,极端最低温为 2.9℃,常年无霜。年平均降雨量达 17504 mm。林地为低山坡地,土壤是花岗岩发育的赤红壤,造

林地为杉木(*Cunninghaia lanceolata*)、马尾松(*Pinus massoniana*)采伐迹地。林下植被有画眉草(*Echinochloa hainanensis*)、岗松(*Baëckea frutescens*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)、芒箕(*Disranopteris dichotoma*)等。

1.2 材料及试验设计

60 个尾叶桉(*Eucalyptus urophylla*)无性系(表 1),全部来自中国林科院热带林业研究所于 1995 年 4 月建立的尾叶桉种源/家系全分布试验的入选优树单株,通过扦插繁殖形成无性系。

试验采用随机区组设计,单株小区,20 次重复。人工挖穴整地,穴规格 60 cm × 50 cm × 40 cm,株行距 3 m × 2 m。造林时每穴施桉树专用肥(N:P:K=8:15:8) 0.75 kg 作基肥,2003 年 4 月完成造林。

表 1 参试的尾叶桉无性系

Table 1 *E. urophylla* clones used

无性系编号 Clones No.	种源号 Provenance No.	产地 Locality	纬度(S) Latitude	经度(E) Longitude	海拔(m) Altitude
15	12897	Mt Mandiri	8°33'	122°35'	830
6,31,53,60	14531	Mt Egon, Flores	8°38'	122°27'	515
5,16,35,43,45,51	14532	Mt Lewotobi, Flores	8°31'	122°45'	398
11	14533	Flores Island	8°31'	122°45'	398
1,4,9,27,28,41,47,57,59	14534	Mt Egon, Flores	8°38'	122°27'	340
2,8,12,13,18,20,24,32,33,34,52	17565	Mt Lewotobi, Flores	8°32'	122°48'	375
26,48	17566	Wukoh Flores	8°35'	122°35'	600
23,30,42,49,55,56	17567	Mt Egon, Flores	8°38'	122°27'	450
29	17571	Mt Egon, Flores.	8°38'	122°27'	525
19,28,50	17572	Mt Egon, Flores	8°37'	122°27'	600
14,17	17574	Mt Egon, Flores	8°36'	122°28'	550
7,10,21,22,25,36,40,46,54,58	混合种源 Mixed provenance				

1.3 调查

2008 年调查了尾叶桉无性系的树高(m)、胸径(cm)、干形、分枝等性状。2010 年 3 月调查试验林树高(m)、胸径(cm)等生长性状;2009 年 10 月对试验林中的 5 个重复无性系进行砍萌处理;2010 年 9 月调查尾叶桉无性系萌芽条受枝瘿姬小蜂危害情况,危害等级分为 4 个等级:无任何虫害迹象为 0 级;嫩芽呈现一定的危害症状,但未形成虫瘿为 1 级;虫瘿数 < 5 个;分散于树叶和嫩枝部位,树叶弯曲为 2 级;受到严重危害,虫瘿数大于 5 个,树木长势阻滞,出现落叶并顶梢枯死等现象为 3 级。

干形指标分为 4 个等级,Ⅰ级:主干通直圆满,得 4 分;Ⅱ级:主干直、不圆满,得 3 分;Ⅲ级:主干稍有弯曲、不圆满,得 2 分;Ⅳ级:主干有两个以上弯曲,得 1 分。

分枝指标分为 3 个等级,Ⅰ级:分枝细小且均匀,得 3 分;Ⅱ级:分枝中等,无明显大枝,得 2 分;Ⅲ级:有明显大枝且主干分叉,得 1 分^[7]。

1.4 数据处理

单株材积^[8](m³)计算公式为: $V = \frac{1}{3}H\left(\frac{DBH}{100}\right)^2$

由于水土流失等不可抗因素,2008 年部分小区

数据缺失,对缺失数据的处理采用 Healy 等^[9]的方法:缺 1 个数据的小区补缺采用公式 $Y_{ij} = (IY_i + JY_j - Y) / [(I-1)(J-1)]$, 式中, I 为处理数, J 为重复数, Y_{ij} 为缺失数据计算值, Y_i 为缺失处理又在重复的观测值总和, Y_j 为缺失处理所有重复观测值综合; 缺 2 个以上数据的小区补缺, 除保留 1 个数据外, 其他的数据线先按 $(y_i + y_j) / 2$ 计算, 式中, y_i 为该处理所在重复观测值均值, y_j 为该处理所有重复均值, 计算出近似值补缺, 然后按单缺株方法进行逐个缺失数据的校正, 直到与总体均值残差为零。

应用 Excel 2007 软件对观测数据进行录入及核对, 应用 SAS8.0 软件对数据进行统计分析^[10]。

虫害等级、干形等形质性状打分数值在进行方差分析时, 进行反正弦转换, 转换公式为:

$$\theta = \text{Sin}^{-1}\sqrt{p}$$

式中: θ 为反正弦交换值, p 为打分数值。

方差分析的线性模型 $Y_{ij} = \mu + C_i + B_j + e_{ij}$

式中, Y_{ij} 为第 i 个无性系第 j 重复的观测值, C_i 为第 i 无性系的效应值, B_j 为第 j 重复效应值, μ 为总体平均值, e_{ij} 表示误差。

性状的单株重复力和无性系重复力公式通过下式计算:

$$R_i = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_c^2 + \sigma_e^2/b}; R_e = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_c^2 + \sigma_e^2}$$

式中, R_i 表示单株重复力, R_e 表示无性系重复力; σ_c^2 , σ_e^2 分别表示无性系和机误方差分量, b 为重复数^[11]。

$$\text{表型相关系数 } r = \frac{COV_{p_{ij}}}{\sqrt{\sigma_{p_i}^2 \sigma_{p_j}^2}}$$

式中, $COV_{p_{ij}}$ 表示第 i 个性状与第 j 性状的表型

协方差, $\sigma_{p_i}^2$ 表示第 i 个性状的表型方差, $\sigma_{p_j}^2$ 表示第 j 个性状的表型方差^[12]。

独立淘汰法(independent culling method)^[13-14]是指为每一个目标性状规定一个最低选择标准, 当候选个体在任何一个性状上的表现低于相应的标准时, 即予淘汰的一种对多性状选择的方法。

2 结果和分析

2.1 尾叶桉无性系生长性状方差分析

对尾叶桉无性系试验林 5 年生、7 年生调查的数据进行方差分析(表 2)。结果表明, 60 个无性系各生长性状在无性系间均达到显著水平。5 年生时干形和分枝等性状, 其干形平均分值得到 3.14, 分枝评分 2.26, 表明尾叶桉整体干形通直圆满、分枝较少。

2010 年 9 月对尾叶桉无性系萌芽幼林进行桉树枝瘿姬小蜂危害调查, 有 18 个无性系发现有小蜂危害症状, 其中 1 个无性系(55 号)受害较重, 并出现虫瘿, 依据虫害分级标准评为 2 级; 其余 17 个无性系危害症状较轻, 多表现为嫩芽受抑, 顶端呈现一定的丛生迹象, 但未形成虫瘿, 依据虫害分级标准评为 1 级。

对 60 个无性系各性状进行排序, 结果表明, 材积生长量排名前 10 的无性系有 5 个来自种源 17565, 最大的无性系是 35 号, 其材积达到 $0.1466 \text{ m}^3 \text{ ind}^{-1}$; 干形通直圆满度最好的是 27 号, 得分 3.71, 来自种源 17534; 分枝性状排名最高的是 32 号, 分枝细小, 且均匀得分 2.86, 来自种源 17565; 综合比较发现, 受小蜂危害较为严重的为 55 号无性系, 来自种源 17567(表 3)。

表 2 无性系生长性状及方差分析

Table 2 Variance analysis of growth traits

	5 年生 5-year-old			7 年生 7-year-old		
	平均值 ± 标准差	F	CV	平均值 ± 标准差	F	CV
	Mean ± SD			Mean ± SD		
树高 Height (m)	16.56 ± 1.78	1.45**	9.03	17.34 ± 1074	2.03**	8.82
胸径 DBH (cm)	14.16 ± 1.61	2.17**	11.36	16.42 ± 106	3.45**	11.36
单株材积 Volume (m ³)	0.1114 ± 0.037	1.76**	28.12	0.123 ± 0.014	2.39**	38.19
干形 Stem form	3.14 ± 0.36	1.72**	11.46	/	/	/
分枝 Branch	2.26 ± 0.38	0.8ns	16.9	/	/	/
危害等级 Damage index	/	/	/	0.32 ± 0.0454	0.46ns	71.45

** : $P < 0.01$

表 3 主要性状排名前 10 的无性系

Table 3 The top 10 clones of main growth traits

	单株材积 Volume		干形 Stem form		分枝 Branch		危害等级 Damage index	
	无性系 Clones No.	平均值 Mean (m ³)	无性系 Clones No.	平均值 Mean	无性系 Clones No.	平均值 Mean	无性系 Clones No.	等级 Degree
1	35	0.1466	27	3.72	32	2.86	55	2
2	2	0.1354	46	3.66	13	2.78	1	1
3	20	0.1273	34	3.625	46	2.77	3	1
4	29	0.1257	11	3.615	54	2.76	25	1
5	32	0.1249	35	3.612	10	2.754	31	1
6	11	0.1260	14	3.6	22	2.71	33	1
7	10	0.1214	8	3.56	41	2.67	37	1
8	12	0.1201	44	3.5	19	2.65	39	1
9	27	0.1171	10	3.48	20	2.57	46	1
10	8	0.1146	28	3.47		2.55	55	1
平均值 Mean		0.1114		3.14		2.26		0.32

2.2 遗传参数估算

无性系重复力体现了生长性状的基因型在波动的环境中得以表达的稳定性,其估算值大小直接影响选择的效果。7 年生尾叶桉的树高、胸径以及单株材积的方差分量、单株重复力和无性系重复力见表 4。从表 4 可见,树高的单株重复力(0.2351)远低于无性系重复力(0.8152),说明该性状在无性系间能够稳定表达;胸径和单株材积的单株重复力分别为 0.4543 和 0.4224,其无性系重复力达到 0.6212 和 0.7267,在无性系内具有更强的表达稳定性。

桉树枝瘿姬小蜂虫害等级性状,其无性系重复力较高(0.845),表明不同地理来源的尾叶桉无性系间,存在抗桉树枝瘿姬小蜂的基因型,且能够在现实生境下稳定表达。通过选择可获得高抗桉树枝

瘿姬小蜂的尾叶桉优良无性系。

2.3 性状间相关性分析

由表 5 可以看出,尾叶桉无性系树高、胸径、材积、干形和分枝性状之间表现出相关到极显著相关的关系,而各性状与桉树枝瘿姬小蜂虫害等级间均无明显相关性,表明尾叶桉无性系抗桉树枝瘿姬小蜂的能力具有相对的独立性,在进行优良无性系选择时可作为单独参照标准,通过性状的综合筛选可以获得高产且抗桉树枝瘿姬小蜂的优良尾叶桉无性系。

2.4 优良尾叶桉无性系选择

桉树枝瘿姬小蜂对尾叶桉无性系危害的虫害等级在无性系间变幅较大,受害无性系达到参试无

表 4 尾叶桉无性系性状间的方差分量及重复力

Table 4 Variance, repeatability of growth traits of *E. urophylla* clones

性状 Traits	无性系方差 Variance of clones	环境方差 Variance of environment	表型方差 Variance of phenotype	单株重复力 R_i^2	无性系重复力 R_f^2
树高 Height	0.31204	0.11861	0.42907	0.2351	0.8152
胸径 DBH	0.324049	0.50269	0.87138	0.4543	0.6212
单株材积 Volume	0.00031	0.000015	0.000325	0.4224	0.7267
危害等级 Damage index	0.0239	0.01446	0.0383	0.4872	0.845

表 5 尾叶桉无性系性状间表型相关系数

Table 5 Phenotypic coefficients of *E. urophylla* growth traits

性状 Traits	树高 Height	胸径 DBH	材积 Volume	干形 Stem form	分枝 Branch	危害等级 Damage index
树高 Height						
胸径 DBH	0.7104**					
单株材积 Volume	0.4915**	0.9302**				
干形 Stem form	0.7698**	0.6451**	0.3597*			
分枝 Branch	0.2862*	0.3670*	0.3245*	0.5920**		
危害等级 Damage index	0.2007	-0.2627	-0.1481	-0.0835	0.0189	

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$

性系的 30%，同时因其危害桉树的特殊性^[5]和独立性，在进行优良无性系综合选择时可以考虑独立选择法，这种情况下不宜采用多性状联合选择，而采用独立淘汰法(independent culling method)开展选择较为理想^[13,14]。

开展优良尾叶桉无性系选择，生长性状和形质性状同为关键考核性状，在选择时考虑以单株材积作为生长性状代表、干形作为形质代表与桉树瘿姬小蜂虫害等级性状一起应用独立淘汰法进行综合

筛选。综合筛选采用性状平均值加标准差作为标准：如果某个无性系的性状平均值小于(负向选择，虫害等级)或大于(正向选择，单株材积和干形)该值就入选。选择顺序以抗桉树枝瘿姬小蜂→生长量→形质性状。选择结果见表 6。经过对 3 个性状进行的连续独立选择，最终入选的优良无性系共有 6 个，分别是 20、24、29、34、42 和 47 号，入选率为 10%。

表 6 尾叶桉无性系淘汰法入选标准及选择结果

Table 6 Selected standard and result of *E. urophylla* clones by independent culling method

	抗虫指数 Pest insistant index	材积 Volume (m ³)	干形 Stem form
平均值 Average value	0.32	0.123	3.14
标准差 Standard deviation	0.04544	0.014	0.36
选择标准 Seleted standard	<0.2745	>0.137	>3.5
独立选择结果 Independent selected result (No.)	38	12	9
连续选择结果 Continuous selection result (No.)		6	

3 结论

60 个尾叶桉无性系 5 年生和 7 年生时生长性状的方差分析结果表明：在树高、胸径和单株材积上无性系间存在极显著差异，单株材积生长量排名前 5 的优良无性系分别是 35、2、20、29 和 32 号；形质性状方差分析表明：无性系间干形差异达到显著水平，而分枝性状的差异在无性系间差异不显著；遭受桉树枝瘿姬小蜂不同程度危害的无性系共有 18 个，其中 55 号无性系受害严重。

无性系性状的遗传分析表明：生长性状在无性系间具有较高的重复力，表明不同来源的尾叶桉无

性系具有极大的选择潜力；同时，尾叶桉无性系的桉树枝瘿姬小蜂虫害等级重复力较高，表明在尾叶桉无性系中抗桉树枝瘿姬小蜂的基因型能够在试验地区内不同重复的环境下稳定表达，可以通过选择获得高抗的优良无性系，但还需进一步进行多点区域性测试。

通过性状间的相关性分析，生长性状在无性系间具有较强的相关性，而尾叶桉抵抗桉树枝瘿姬小蜂危害的能力具有相对的独立性，因此，通过逐步独立淘汰法对抗虫和速生的尾叶桉无性系进行筛选，最终获得了 6 个优良无性系，入选率为 10%。

4 讨论

桉树枝瘿姬小蜂属孤雌生殖,常在桉树幼嫩叶片和顶梢上产卵进行繁殖。严重侵染可导致叶片和枝条畸变,树木生长严重受阻^[15]。国外研究表明,该蜂主要危害赤桉(*E. camaldulensis*)、细叶桉(*E. tereticornis*)、葡萄桉(*E. botryoides*)、蓝桉(*E. globulus*)、巨桉(*E. grandis*)、大叶桉(*E. robusta*)、柳桉(*E. saligna*)、桥桉(*E. bridgesiana*)、冈尼桉(*E. gunii*)、多枝桉(*E. viminndis*)等树种^[5],在国内该小蜂主要寄主为巨细桉 DH201、窿缘桉(*E. exserta*)和巨桉等树种。在该蜂种群数量较大、且危害较为严重的地区调查表明,目前大面积种植的尾巨桉无性系也会受到不同程度的危害并且发现了虫瘿。2008年,Phan选取了18个桉树品种(其中包括3个尾叶桉无性系)进行了桉树枝瘿姬小蜂苗圃和大田侵染试验^[16],结果表明3个来源的尾叶桉中2个受害较轻,1个具有抗性;本文通过对尾叶桉无性系受小蜂危害的情况调查也表明,尾叶桉无性系中存在抗桉树枝瘿姬小蜂的品系。大田选择的高抗尾叶桉品系可以通过进一步的生理生化检测,探索其抗虫机理,为制定桉树枝瘿姬小蜂的防治策略提供参考依据,同时,选育出的高抗品系可以作为亲本材料进行抗虫杂交育种工作,培育具有高抗速生的优良桉树无性系。

参考文献

- [1] Qi S X (祁述雄). *Eucalyptus* in China [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2002: 1-42. (in Chinese)
- [2] Jacobs M R. *Eucalyptus* Cultivation [M]. Rome: FAO, 1981: 622-626.
- [3] Xie Y J (谢耀坚), Tan X F (谭晓风). Introduction of *Eucalyptus urophylla* and the evaluation of its biological invasion risk [J]. J CS Univ For Techn (中南林业科技大学学报), 2007, 27(6): 169-173. (in Chinese)
- [4] Wu Y J (吴耀军), Jiang X J (蒋学建), Li D W (李德伟), et al. *Leptocybe invasa*: A new invasive forest pest making galls on twigs and leaves of *Eucalyptus* trees in China (Hymenoptera: Eulophidae) [J]. Sci Silv Sin (林业科学), 2009, 45(7): 161-165. (in Chinese)
- [5] Mendel Z, Protasov A, Fisher N, et al. Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* Gen & sp. nov. (Hymenoptera: Eulophidae): An invasive gall inducer on *Eucalyptus* [J]. Aust J Entom, 2004 (43): 101-113.
- [6] Nyeko P, Mutitu E K, Day U K. Farmers' knowledge, perceptions and management of the gall-forming wasp, *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae), on *Eucalyptus* species in Uganda [J]. Int J Pest Manag, 2007, 53(2): 111-119.
- [7] Xu J M (徐建民), Bai J Y (白嘉雨), Gan S M (甘四明), et al. Study on *E. urophylla* selection [J]. For Res (林业科学研究), 1996, 9(6): 561-567. (in Chinese)
- [8] McKenney D W, Davis J S, Turnbull J W, et al. The Impact of Australian Tree Species: Reserch in China Vol. 12 [M]. Canberra: ACIAR Economic Assessment Series, 1991: 6-7.
- [9] Healy M J R, Westmacott M H. Missing values in experiments analysis on automatic computers [J]. Appl Statist, 1956, 5(3): 203-206.
- [10] Huang S W (黄少伟), Xie W H (谢维辉). Practical SAS Programming and Forestry Research Data Analysis [M]. Guangzhou: South China University of Technology Press, 2001: 47-50. (in Chinese)
- [11] Tong C F (童春发), Wei W (卫巍), Yin H (尹辉), et al. Analysis of genetic model for Half-Sib progeny test in forest trees [OL]. HalfsibSS 1.0: <http://fgbio.njfu.edu.cn/tong/HalfsibSS/HalfsibSS.htm> (2007-01-01)
- [12] Liang Y C (梁一池). Principles and Methods of Tree Breeding [M]. Xiamen: Xiamen University Press, 1997: 197-232, 348-362. (in Chinese)
- [13] Shen X H (沈熙环). The Technology of Seed Orchard [M]. Beijing: Beijing Science and Technology Press, 1992: 114-115. (in Chinese)
- [14] Lu Z H (陆钊华), Xu J M (徐建民), Li G Y (李光友), et al. Integrated selection of clones from *Eucalyptus* species [J]. J Nanjing For Univ (Nat Sci) (南京林业大学学报: 自然科学版), 2005, 29(5): 61-65. (in Chinese)
- [15] Branco M, Franco J C, Valente C. et al. Survey of *Eucalyptus* gall wasps (Hymenoptera: Eulophidae) in Portugal [J]. Bol San Veg Plagas, 2006(32): 199-202.
- [16] Phan Q T, Bernard D, Treena I B. Susceptibility of 18 *Eucalyptus* species to the gall wasp *Leptocybe invasa* in the nursery and young plantations in Vietnam [J]. Sci Asia, 2009, 35: 113-117.