14种速生桉木材对家白蚁天然抗蛀性的室内测试*

何雪香[1] 彭仕尧[2] 曹永建[1] 谢桂军[1]
张燕君[1] 陈文平[2]
（1. 广东省林业科学研究院 / 广东省森林培育与保护利用重点实验室，广东 广州 510520；
2. 国营雷州林业局林业科学研究所，广东 遂溪 524348）

摘要 文章通过单项选择法和双向选择法对14种速生桉人工林心材的抗家白蚁（*Coptotermes formosanus*）蛀蚀性进行室内测试，比较各种桉树心材被白蚁蛀蚀程度及质量损失率，以评价各种桉树木材对家白蚁的抗蚁蛀性能。单项选择测试结果表明，不同桉树心材抵抗家白蚁的蛀蚀能力有很大差异，20 a生韦塔桉（*Eucalyptus wetarensis*）和14 a生细叶桉（*E.tereticornis*）心材对家白蚁的天然抗蛀性最强，平均质量损失率均小于10%，属于轻微蛀蚀等级；50 a生窿缘桉（*E. exserta*）和40 a生柠檬桉（*E.citriodora*）次之，平均质量损失率在10%~20%,属于轻度至中度蚁蛀等级；8 a生巨桉（*E.grandis*）的抗蚁蛀性能最差，平均质量损失率大于50%，属于严重蛀蚀等级；其余8种桉树心材包括蓝桉（*E.globulus*）、赤桉（*E.camaldulensis*）、粗皮桉（*E.pellita*）、托里桉（*E.torelliana*）、刚果12号桉（*E.* ABL12）、尾叶桉（*E.urophylla*）、尾巨桉（*E.urophylla*× *E.grandis*）和尾细桉（*E.urophylla* × *E.tereticornis*），年龄为6~28 a，平均质量损失率为30%~40%，属于中度至严重蛀蚀等级。双向选择测试结果表明，家白蚁对不同桉树心材有取食偏爱性，14种桉树心材被家白蚁取食喜好优先排序为：巨桉→托里桉→尾细桉→蓝桉→刚果桉12号→粗皮桉→尾叶桉→尾巨桉→柠檬桉（28 a生）→柠檬桉（40 a生）→赤桉→窿缘桉→细叶桉→韦塔按。

关键词 速生桉人工林；木材；家白蚁；天然抗蚁蛀性；取食喜好性
中图分类号：S781.81 **文献标识码**：A **文章编号**：2096-2053（2017）01-0009-07

Natural Resistance of 14 Fast-grown Eucalyptus Timber Species to *Coptotermes Formosanus* in Laboratory

HE Xuexiang[1] PENG Shiyao[2] CAO Yongjian[1] XIE Guijun[1]
ZHANG Yanjun[1] CHEN Wenping[2]
(1.Guangdong Academy of Forestry/Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization, Guangzhou,Guangdong 510520,China;2. Forest Research Institute of Leizhou Forestry Bureau,Suixi, Guangdong 524348, China.)

Abstract In recent years, Eucalyptus plantation industry was developed rapidly and becomes one of the most important industrial timber resource in South China. In order to optimize the utilization of timber from Eucalyptus plantation for hardwood products, like furniture, wood structure etc., it is necessary to determine the resistance of different Eucalyptus timber species to termite *Coptotermes formosanus* which is one of the most severe destructive insect pests on wood structure and buildings. Our laboratory termite test results based on both single-choice procedure and two-choice procedure showed that: among 14 heartwood species from Eucalyptus

* **基金项目**：广东省林业科技创新项目“速生桉材天然耐久性及其防腐处理技术研究”（2013KJCK010-02）。
第一作者：何雪香（1964— ），女，高级工程师（教授级），主要从事木材保护研究及木材生物测试工作，E-mail: 875045497@qq.com。

plantation in Guangdong and Yunan province, *E.wetarensis, E.tereticornis, E. exserta* and two *E.citriodora* heartwood, from more than 14 years old mature plantation, were niblely or slightly attacked by termite, and belonged to strong resistant or moderately resistant to termite; *E.grandis* heartwood from 8 years old immature plantation was very severely attacked by termite, and belonged to very sensitive to termite; other 8 heartwood species, including 4 species from 6~8 years old immature Eucalyptus plantation and 4 from 14~25 years mature Eucalyptus plantation, were severely attacked by termite and belonged to lowly resistant to termite. The termite *C.formosanus* has preference on feeding different Eucalyptus timber species. *E.grandis* was the favorite timber for termite while *E.wetarensis* was the least favorite one. The feeding preference of termite *C.formosanus* on 14 kinds of Eucalyptus heartwood is as following: *E.grandis* → *E.torelliana* → *E.urophylla* ×*E.tereticornis* → *E.globulus* → *E.*ABL12 → *E. pellita* → *E.urophylla* → *E.urophylla*× *E.grandis* → *E. citriodora*（twenty-eight-year-old）→ *E.citriodora*（forty-year-old）→ *E.camaldulensis* → *E. exserta* → *E.tereticornis* → *E.wetarensis*.

Key words Eucalyptus plantation; timber; termite; *Coptermes formosanus*; natural terimte resistance; feeding preference

桉树由于其适应性强、生长迅速，能够短期成材、材种多样、用途广泛以及经济价值高，已引起世界约100多个国家和地区的普遍关注和引种栽培，目前已成为世界三大人工林之一[1-2]。我国引种栽培始于1890年，自2000年以来中国桉树人工林发展迅速，至2010年全国桉树种植面积已达360万hm^2[2]，近年来年产量已达约500万m^3[1-3]，对于缓解我国当前木材资源短缺、大量依赖进口的紧张局面，具有非常重要的意义。长期以来我国桉树人工林木材主要用于生产纸浆材、人造板等较低附加值产品，而在高档家具和木结构建筑材等高附加值产品的开发利用上仍是空白。近年来澳大利亚、巴西和印度等桉树生产大国在桉树的实木利用上取得了很大的进展，而我国的桉树实木利用仍处于比较落后的阶段[3-4]。除了桉树木材的材质与其高生长应力导致的干燥过程中容易产生皱缩，板材锯解容易开裂、弯曲变形、出材率低等加工性能缺陷外[4]，其天然耐久性也是影响实木利用不可忽略的重要因素。

木材天然耐久性主要是指木材在使用时所具备的抗生物危害的能力，包括天然耐腐性、天然抗虫（蚁）蛀性和天然抗海生钻孔动物性能等。国内已有不少对桉树人工林活立木有害生物的研究，至2011年，我国统计桉树人工林有害生物种类共370种，其中蛀干害虫多达20多种，家白蚁（*Coptotermes formosanus*）是最为常见的害虫之一，对桉树种植产业造成了很大的损失[6-9]。但国内对桉树木材及其制品的害虫报道很少，主要是针对桉树幼龄材的抗虫（蚁）蛀性的研究，涉及的桉属树种也不多[10-11]。而树种间、种源内由于遗传特性等因素造成木材物理、化学性质的差异，对虫菌危害表现出不同程度的抵抗能力。因此，开展不同桉属树种木材的天然耐久性研究，有利于推动桉树抗菌抗虫优良品种的定向培育，以及木材的高效合理利用。本文以我国南方地区主要种植的14种速生桉木材作为研究对象，其中5种木材为树龄不到10 a的幼龄材，9种木材为树龄10 a以上的成熟材，开展对各种桉树木材的天然抗虫（蚁）蛀性能的室内试验，为合理利用各种桉树人工林木材及抗性育种造林提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本研究目的为测试14种桉树木材的天然耐久性，所用的试材均为心材。每种树种采伐3株，从离基部1.2 m高处砍伐，然后向上截取3段，每段2 m，运至锯木厂锯成厚3 cm的板材，在通风良好、有遮雨棚的地方垛放气干3个月后，随机抽取树高1.2~5.2 m木段的板材制备试样。14种桉树木材的采集基本资料见表1。

1.2 试验方法

1.2.1 *测试依据* 参照GB/T 18260—2000木材防腐剂对白蚁毒效实验室试验方法[12]。

1.2.2 *试样制备* 将14种桉树树高1.2~5.2 m木段板材制备成尺寸为25 mm × 25 mm ×6 mm的小木块，作为白蚁测试试样，以南方松（*Pinus*

表 1　14 种桉树木材基本资料

树种	拉丁名	树种编号	采集地	树龄 /a	胸径 /cm
窿缘桉	*Eucalyptus exserta*	LY	雷州市唐家林场	50	22~30
柠檬桉	*E.citriodora*	NM1	广东省林业科学研究院	40	25~33
柠檬桉	*E. citriodora*	NM2	雷州市纪家林场	28	20~27
蓝桉	*E. globulus*	L	云南省宜良县花园林场	25	18~28
韦塔桉	*E.wetarensis*	WT	雷州市纪家林场	20	28~33
粗皮桉	*E.pellita*	CP	湛江市遂溪林场	16	24~32
赤桉	*E.camaldulensis*	CH	湛江市遂溪林场	14	19~22
托里桉	*E.torelliana*	TL	雷州市桉树中心	14	20~24
细叶桉	*E.tereticornis*	XY	湛江市遂溪林场	14	21~22
刚果 12 号桉	*E.* ABL12	GG	雷州市北玻林场	8	17~18
尾细桉	*E.urophylla* ×*E.tereticornis*	WX	雷州市纪家林场	7	19~22
尾叶桉	*E.urophylla*	W	雷州市纪家林场	8	13~14
巨桉	*E.grandis*	J	雷州市纪家林场	8	13~14
尾巨桉	*E.urophylla* × *E.grandis*	WJ	肇庆市西江林场	6	13~14

sp.）木材为对照。试样无腐朽、无变色及虫蛀等缺陷。测试前试样在烘箱（103 ± 2）℃烘干，至绝干后称重。

1.2.3　试验培养瓶　选用直径为 9 cm, 高约 10 cm 带有塑料盖子的玻璃瓶，盖子上钻若干个直径为 0.5~1.0 mm 的透气孔。

1.2.4　培养基质　河沙过 60~80 目筛，清洗干净后 120 ℃灭菌 48 h，直径 3 mm 的蛭石和白蚁巢叶碎块烘箱 80 ℃干燥 48 h，每个培养瓶装 80 g 河沙 ,10 g 蛭石和 10 g 白蚁巢叶，混和均匀，测试前每瓶添加 30 mL 无菌蒸馏水。

1.2.5　供试白蚁　家白蚁由野外松木诱捕采集，每试验培养瓶放入 3 g 工蚁 , 兵蚁数量在 3% 以下，24 h 后加入木材试样开始测试。每项测试所用的白蚁必须来自同一诱捕坑群体。

1.2.6　木材密度测试　14 种桉树木材试验用心材的气干密度测试依据为国家标准 GB/T 1933—2009[13]，各种木材心材试样的平均含水率范围为 9%~10%。

1.2.7　单项选择测试　每培养瓶放入 1 块试样，每种桉树设 3 个重复，每个重复 1 个培养瓶，以评估各种桉树木材对白蚁的天然抗蛀性。

1.2.8　双向选择测试　14 种桉树木材均进行两两配对，以比较家白蚁对各种桉树木材的喜好性。即 1 种桉树木材与另外的 13 种木材进行配对，每组配对 3 个重复，每培养瓶放入 2 块试样，分别来自 2 种桉树木材。

1.2.9　测试培养条件　所有试验培养瓶放在恒温恒湿培养箱进行测试，温度为 26~28 ℃，湿度为 75%~80%，无光照。测试时间为 4 周。

1.3　测试评价方法

1.3.1　蚁蛀等级评价　测试结束后清洗试样表面的沙土，肉眼观察，根据试样表面被白蚁蛀蚀情况，评定每块试样的被蛀等级。蚁蛀等级分级方法[12]：0 级为没有蛀蚀痕；1 级为轻微蛀蚀 , 表面蛀蚀痕迹不可测量，或个别蛀蚀深及 0.5 mm, 范围直径不超过 3 mm, 这样的部位不超过 3 个；2 级为轻微蛀蚀 , 表面蛀蚀痕迹很明显，深度在 0.5~1.0 mm, 蛀蚀范围不超过表面积的 1/10, 或个别蛀蚀深及 3 mm；3 级为中度蛀蚀 , 表面蛀蚀深度小于 1.0 mm, 但蛀蚀范围超过表面积的 1/10，或蛀蚀深度达 1~3 mm, 范围不超过表面积的 1/10，或个别蛀蚀成洞，深及 3 mm，但不连成片；4 级为严重蛀蚀，表面蛀蚀面积大于 10%，或深及 3 mm 的蛀道连成片，或蛀蚀成洞，或片状破损。

1.3.2　抗蚁蛀强度级别评价　把试样置于（103 ± 2）℃烘箱至绝干后称重，根据平均质量损失率评定各种桉树木材的抗蚁蛀强度，分为 4 个等级（表 2）[13-14]。

质量损失率（%）=（W_1–W_2）/W_1 × 100%

式中 W_1 为试样测试前的质量，W_2 为试样测试后质量。

表2 抗蚁蛀强度分级[13-14]

抗蚁蛀强度	质量损失率/%	级别
强抗蚁蛀	0~10	Ⅰ
中抗蚁蛀	大于10，并小于30	Ⅱ
弱抗蚁蛀	大于30，并小于50	Ⅲ
不抗蚁蛀	≥50	Ⅳ

1.3.3 综合评价 根据室内单项和双向选择法测试各种桉树木材试样的平均蚁蛀等级和平均质量损失率，评价每种木材的天然抗蚁蛀性能和家白蚁对各种木材的取食喜好性。

1.4 数据统计分析

试验数据采用Microsoft excel 97软件进行统计、制表和绘图分析。

2 结果与分析

2.1 不同桉树木材对家白蚁的天然抗蛀性能

单项选择测试结果见表3。从表中看出14种桉树木材试样均受到白蚁不同程度的蛀蚀，但不同树种之间的差异很大。大部分的桉树心材蛀蚀程度为中度至严重，平均质量损失率在30%~40%，抗蚁蛀强度属于弱抗蚁蛀性等级(Ⅲ)。8 a生巨桉心材与对照试样南方松边材蛀蚀最为严重，试样内部基本被蛀空或片状破损，平均质量损失率达60%以上，抗蚁蛀强度属于不抗蚁蛀等级(Ⅳ)。20 a生韦塔按和14 a生细叶桉心材被白蚁蛀蚀最轻，试样表面被轻微蛀蚀，平均质量损失率均小于10%，说明这两种木材对白蚁具有较强的抗性，抗蚁蛀强度属于强抗蚁蛀等级(I)。40 a生柠檬桉（NM1）与50 a生窿缘桉被白蚁轻度至中度蛀蚀，平均质量损失率分别为18.44%和15.38%，抗蚁蛀强度属于中抗蚁蛀等级(Ⅱ)。14种桉树心材的平均质量损失率从小到大排序是：韦塔桉＜细叶桉＜窿缘桉＜柠檬桉（40 a生）＜尾叶桉＜粗皮桉＜柠檬桉（28 a生）＜赤桉＜托里桉＜刚果桉＜蓝桉＜尾巨桉＜尾细桉＜巨桉。

从表3中的平均质量损失率与气干密度值来看，14种桉树木材中，巨桉的平均质量损失率高达61.03%，明显高于其他13种桉树木材，其气干密度仅次于细叶桉，均小于0.5 g/cm^3；4种桉树木材包括韦塔按、细叶桉、窿缘桉和柠檬桉（NM1），平均质量损失率小于20%，气干密度在0.75~1.11 g/cm^{3}范围；其余的9种桉树木材平均质量损失率在30%~40%范围，其中细叶桉、8 a生

表3 14种桉树心材抗蚁蛀性单向选择测试结果

树种	树龄/a	平均质量损失率/%	平均白蚁存活率/%	平均蚁蛀等级	抗蚁蛀强度	气干密度/(g·cm^{-3})
韦塔桉	20	6.48 ± 0.41	49.5 ± 3.6	1.4	Ⅰ	0.831
细叶桉	14	7.84 ± 1.29	43.3 ± 3.0	2.0	Ⅰ	0.759
柠檬桉1	40	18.44 ± 5.94	42.6 ± 7.9	2.6	Ⅱ	1.103
柠檬桉2	28	33.73 ± 9.84	51.2 ± 2.1	3.3	Ⅲ	0.858
窿缘桉	50	15.38 ± 3.97	34.3 ± 3.4	2.3	Ⅱ	0.996
赤桉	14	34.05 ± 5.25	53.3 ± 7.8	3.4	Ⅲ	0.856
粗皮桉	16	33.32 ± 6.45	48.8 ± 8.7	3.6	Ⅲ	0.758
刚果12号桉	8	36.41 ± 2.69	48.4 ± 4.1	3.5	Ⅲ	0.571
巨桉	8	61.03 ± 2.13	54.8 ± 4.0	4.0	Ⅳ	0.497
尾叶桉	8	32.49 ± 4.70	52.1 ± 10.8	3.6	Ⅲ	0.653
尾巨桉	6	37.99 ± 4.36	56.6 ± 11.4	3.8	Ⅲ	0.641
托里桉	14	34.74 ± 8.38	55.2 ± 11.4	3.8	Ⅲ	0.659
尾细桉	7	39.76 ± 5.92	49.7 ± 2.6	3.8	Ⅲ	0.479
蓝桉	25	37.2 ± 3.04	50.6 ± 13.2	3.8	Ⅲ	0.919
南方松		64.66 ± 11.18	68.2 ± 4.9	4.0	Ⅳ	

注：表中数据为平均值 ± 标准差。

尾叶桉、14 a 生托里桉、8 a 生刚果 12 号桉、6 a 生尾巨桉等 5 种桉树木材的气干密度均小于 0.70 g/cm^3，而 28 a 生柠檬桉、16 a 生粗皮桉、14 a 生赤桉和 25 a 生蓝桉等 4 种桉树木材的气干密度在 0.75~0.92 g/cm^3 范围。各种桉树心材密度与平均质量损失率之间的变化无明显规律（图 1），心材密度大的，其质量损失率较小。

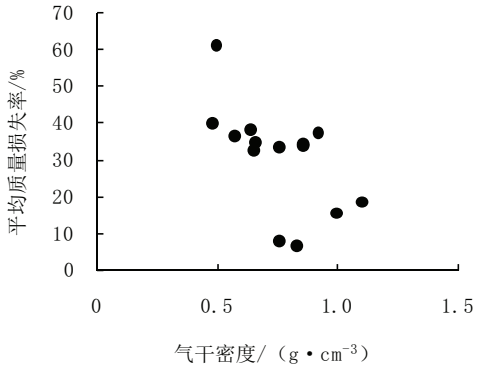


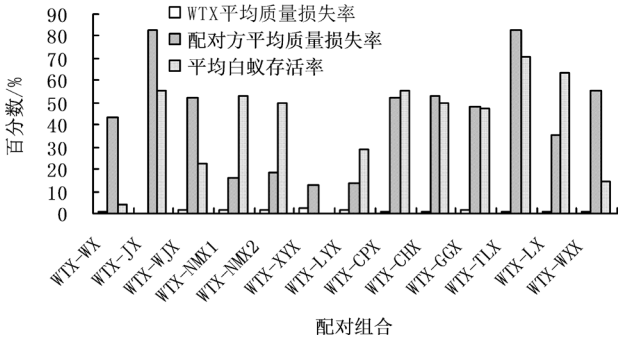
图 1　14 种桉树心材密度与平均质量损失率的相关性

2.2　白蚁对不同桉树木材的喜好性

双向选择测试结果（图 2~4）表明，家白蚁对不同桉树心材有明显的取食偏爱性。单项选择法测试属于强抗蚁蛀等级的 20 a 生韦塔桉和 14 a 生细叶桉心材，分别与其他 12 种桉树心材配对进行双向选择测试后的平均质量损失率均比单向选择测试的小，平均质量损失率均小于 3%，属于强抗蚁蛀性能。但韦塔桉和细叶桉心材配对时，白蚁更喜欢取食细叶桉，此时细叶桉的平均质量损失率超过 10%，抗蚁蛀强度从强抗蚁蛀等级降为中度抗蚁蛀等级，而韦塔桉的平均质量损失率仅为 2.05%，被蛀蚀很轻微；该两者配对时，是 13 组配对中的唯一一对导致白蚁的存活率为 0，而两者在单项选择测试的白蚁存活率很高，说明这两种木材中含有不同的有毒成分，这些毒性成分协同作用导致白蚁取食后中毒死亡；或者这些毒性成分抑制家白蚁取食木材而导致家白蚁饿死，该推论有待进一步验证。

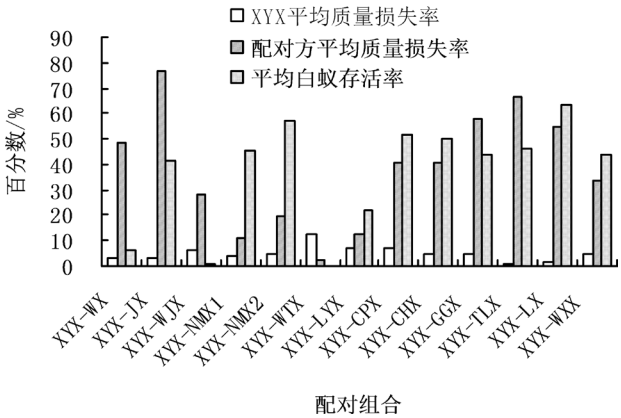
50 a 生窿缘桉心材与韦塔桉和细叶桉配对双向选择测试的平均质量损失率超过 10%，与单项选择测试结果一致，仍属于中抗蚁蛀等级；但与其他 11 种桉树配对，其平均质量损失率均低于 10%，抗蚁蛀强度为强抗蚁蛀等级，说明有窿缘桉存在情况下，白蚁加喜欢取食这 11 种桉树木材，结果见图 4。40 a 生柠檬桉（NM1）和 28 a 生柠檬桉（NM2）配对后平均质量损失率分别为 5.85% 和 21.8%，说明相同树种前提下，白蚁更喜欢取食年龄小或密度小的木材，或者密度大的木材比密度小的抗蚁蛀性强。

通过全面分析比较双向选择测试中家白蚁在不同配对组合中对各种木材的取食量（质量损失率）（表 4），得出了家白蚁对 14 种桉树心材的取食喜好优先排序为：巨桉→托里桉→尾细桉→蓝桉→刚果 12 号桉→粗皮桉→尾叶桉→尾巨桉→柠檬桉（28 a 生）→柠檬桉（40 a 生）→赤桉→窿缘桉→细叶桉→韦塔按。



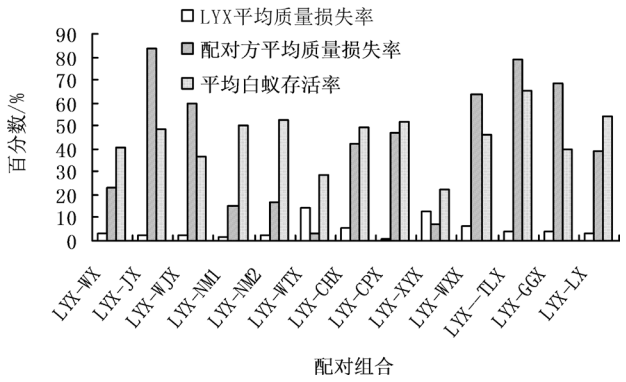
注：桉树试样编号如 WTX-WX 的末尾字母“X”代表心材，“WT”、“W”代表树种。

图 2　韦塔按心材（WTX）与其他 13 种桉树心材的配对双向选择测试结果比较



注：桉树试样编号如 XYX-WX 的末尾字母“X”代表心材，“XY”、“W”代表树种。

图 3　细叶桉心材（XYX）与其他 13 种桉树心材配对双向选择测试结果比较



注：桉树试样编号如LYX-WX的末尾字母“X”代表心材，“LY”、“W”代表树种。

图4 窿缘桉心材（LYX）与其他13种桉树心材配对双向选择测试结果比较

表4 14种桉树木材双向选择两两配对后质量损失率排序

配对组	平均质量损失率/%
韦塔按 – 细叶桉	2.1–12.7
细叶桉 – 窿缘桉	7.1–12.5
窿缘桉 – 赤桉	5.9–42.4
赤桉 – 柠檬桉（NM1）	11.4–15.7
柠檬桉（NM1）– 柠檬桉（NM2）	6.4–21.4
柠檬桉（NM2）– 尾巨桉	13.6–53.7
尾巨桉 – 尾叶桉	14.3–25.3
尾叶桉 – 粗皮桉	15.7–27.3
粗皮桉 – 刚果桉	16.1–34.0
刚果桉 – 蓝桉	12.4–43.9
蓝桉 – 尾细桉	43.9–53.4
尾细桉 – 托里桉	38.3–49.7
托里桉 – 巨桉	43.7–54.3

3 结论与讨论

树种间木材的抗蚁蛀性差异很大。单向选择测试结果表明，14种桉树心材均受到家白蚁不同程度的蛀蚀，其中20 a生韦塔按和14 a生细叶桉被蛀蚀的程度最轻，平均质量损失率均小于10%，属于强抗蚁蛀性；8 a生巨桉被蛀蚀最严重，平均质量损失率超过50%，属于不抗蚁蛀性，这与前人相关研究结果一致[10]；两种树龄最大的桉树，窿缘桉（50 a生）和柠檬桉（40 a生），平均质量损失率为10%~20%，属于中抗蚁蛀性；赤桉、蓝桉和粗皮桉等其他9种桉树心材的平均质量损失率为30%~40%，属于弱抗蚁蛀性。

家白蚁对取食桉树木材有选择性和偏爱性。家白蚁对14种桉树心材的喜好选择优先排序为：巨桉→托里桉→尾细桉→蓝桉→刚果12号桉→粗皮桉→尾叶桉→尾巨桉→柠檬桉（28 a生）→柠檬桉（40 a生）→赤桉→窿缘桉→细叶桉→韦塔按。

本研究中抗蚁蛀性能大的心材，木材成熟度和密度也大，但可能与品种间遗传差异，木材组织结构及木材的内含物等关系更加密切，或者是这几个因素综合作用的结果[13-20]。本测试结果表明，抗蚁蛀性能最好的5种桉树心材均属于树龄10 a以上的成熟材，抗蚁蛀性能较差的均来自树龄10 a以下的幼龄材，但还有4种成熟材的抗蚁蛀性也较差。有相关研究报道木材的天然抗蚁蛀性与木材的内含物有关，如杉木心材的浸提物对黑胸散白蚁（*Reticulitermes chinensis*）有抗性[15]；落羽杉（*Taxodium distichum*）心材的己烷提取物泪杉醇（manool）和铁锈醇（ferruginol）对家白蚁有抑制取食作用[18]；罗汉松（*Podocarpus macrophyllus*）木粉提取物对家白蚁有较高的毒害作用[19]。此外有些木材中含有特殊的芳香油可能对白蚁有趋避作用，如杉木（*Cunninghamia lanceolata*）心材精油对黑胸散白蚁有较强的触杀毒性[20]，本测试中的柠檬桉木材具有较强的抗蚁蛀性可能与其含有较高的芳香油成分有关。笔者已经开始对抗蚁蛀性较强的韦塔按、细叶桉、窿缘桉和柠檬桉等4种桉树心材的内含物进行提取，下一步将开展提取物的抗虫性能测试。

本测试的供试白蚁只有家白蚁一种，而在野外自然环境下使用的木材有可能同时受到几种白蚁的危害，而不同的白蚁种类对取食木材也有选择性和偏爱性[11,16]。一种木材对一种白蚁具有抗性，却不一定对另一种白蚁有抗性，因此，本文的室内测试所获得的几种木材的抗蚁蛀性，在野外环境实际应用中的表现可能有所不同。笔者在广州市广东省林业科学院内开展了14种桉树木材的野外埋地天然耐久性测试，1 a观察结果初步表明，在野外埋地自然环境下，桉树木材受到至少3种白蚁危害，巨桉的表现与室内一致，均是家白蚁和其他白蚁的最爱，半年时间试样被白蚁严重蛀蚀；韦塔桉和窿缘桉仍保持在末3位；细叶桉差异很大，室内排序为倒数第2位，野外排序第4位，试样表面被严重蛀蚀；此外托里桉室内排序第2位，野外排序第7位；而40 a生柠檬桉在室内排序为倒数第5位，野外排序末位。目前测试

仍在继续中。

参考文献

[1] 祁述雄. 祁述雄文集[M]. 北京：中国林业出版社, 2011.

[2] 杨民胜，谢耀坚，刘杰锋.中国桉树研究30年[M].北京：中国林业出版社,2010.

[3] IUFRO.The Future of Eucalyptus for Wood Products[R]. IUFRO Conference Proceedings. Tasmania,Australia，2000.

[4] 殷亚方,姜笑梅,吕建雄. 国外桉树人工林资源和木材加工利用现状[J].世界林业研究,2001,14(2): 35-41.

[5] 殷亚方,杨民胜,王莉娟，等. 巴西桉树人工林资源及其实木加工利用[J]. 世界林业研究,2005,18(1): 60-64.

[6] 庞正轰.中国桉树有害生物的发生现状和发生趋势预测[J].广西科学院学报,2013,29(3): 192-206；216.

[7] 庞正轰.中国桉树害虫现状和防治对策[J].广西林业科学,2001，30(4):169-170.

[8] 林芳健,李俊福.桉树钻蛀性害虫——星天牛的危害及防治[J].广西林业，2007(5)：60-61.

[9] 于永辉,杨振德,庞正轰，等.中国桉树蛀干害虫研究现状 [J].中国森林病虫,2011,30(3): 25-28.

[10] 骆土寿,施振华,温秋莲.短周期桉树人工林木材天然耐久性研究[J].木材工业,1997(1): 18-20.

[11] 中国林业科学研究院木材防腐室,广州铁路局建筑段白蚁组.我国主要木材天然抗蚁蛀试验[J]. 林业科学，1981(4）：379-386.

[12] 中国林业科学研究院木材工业研究所. 木材防腐剂对白蚁毒效实验室试验方法：GB/T 18260—2000 [S].北京：中国标准出版社，2001.

[13] 中国林业科学研究院木材工业研究所,中国林业科学院林业新技术研究所. 木材密度测定方法：GB/T 1933—2009 [S].北京：中国标准出版社，2009.

[14] 戴自荣,谢杏扬,黄珍友. 二十二种木材对家白蚁天然抗性的室内测定[J]. 昆虫学报,1985,28(2): 238-240.

[15] 陆熙娴,王德隆,周明. 杉木浸提物对木材天然耐腐、抗蚁性的影响[J]. 林业科学,1987,23(4): 456-461.

[16] SUPRIANA N, HOWSE P E,张兢业. 二十八种印度尼西亚木材对白蚁的抗性[J]. 白蚁科技,1990,6(2): 26-33；9.

[17] 希里斯W E，布朗A G.桉树培育与利用[M]. 王豁然,等译.北京：中国林业出版社，1990.

[18] Rudolf H,Scheffrahn, Ruei-ching Hsu, et al. Allelochemical resistance of bald cypress, Taxodium distichum,heartwood to the subterranean termite, Coptotermes formosanus[J]. Journal of Chemical Ecology, 1988,14(3): 765-776.

[19] 韩文军,何钢,廖飞勇，等.罗汉松抗白蚁成分的提取及生物测定[J].经济林研究,2004,22(1): 32-34.

[20] 仲利涛,刘元,黄军，等.杉木心材精油对黑胸散白蚁的触杀毒性研究[J].湖南林业科技，2011,38（4): 34-35；53.