黑胸散白蚁和台湾乳白蚁对镇江地区几种常见木材品种的取食偏好性研究*

黄海娣[1**] 田 洁[1] 谢蓉蓉[2] 孙建中[2***]

（1. 镇江市白蚁防治所，镇江 212000；2. 江苏大学生物质能源研究所，镇江 212013）

摘 要 **【目的】** 本文研究了黑胸散白蚁 *Reticulitermes chinensis* 和台湾乳白蚁 *Coptotermes formosanus* 对镇江几种常见木材树种的取食偏好性，分析了白蚁种类和木材品种对白蚁取食偏好性和死亡率的影响，以期为本地区白蚁治理及预防提供科学依据。**【方法】** 采取白蚁非选择性取食试验，研究两种白蚁分别取食香樟 *Cinnamonum campora*、银杏 *Ginkgo biloba*、水杉 *Metasequoia glyptostrodoides*、垂柳 *Salix babylonica*、广玉兰 *Magnolia grandiflora*、枇杷树 *Eriobotrya japonica*、马尾松 *Pinus massoniana* 7 种树种食料的取食偏好和死亡率，取食偏好采用白蚁取食率，即每克白蚁每天取食量（mg）评价。试验数据采用多因素方差分析。**【结果】** 方差分析结果表明，白蚁种类和不同木材对白蚁取食率和死亡率均影响显著。在供试的 7 种木材中，黑胸散白蚁最喜食垂柳和马尾松，其取食率分别为 31.46 和 30.59 mg；台湾乳白蚁最喜食马尾松、水杉和银杏，其取食率分别为 26.53、21.82 和 21.81 mg。两种白蚁对银杏、垂柳、广玉兰这 3 种木材的取食率有显著差异，而对其他 4 种木材的取食率差异不显著。**【结论】** 白蚁取食率和死亡率受白蚁种类和木材品种影响明显。7 种供试木材中，两种白蚁都对马尾松显示出明显偏好，且死亡率最低。

关键词 黑胸散白蚁，台湾乳白蚁，木材，取食偏好

The food preferences of *Reticulitermes chinensis* and *Coptotermes formosanus* to some common tree species in the Zhenjiang area

HUANG Hai-Di[1**] TIAN Jie[1] XIE Rong-Rong[2] SUN Jian-Zhong[2***]

(1. Zhenjiang Institute of Termite Control, Zhenjiang 212000, China;
2. Biofuels Institute of Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract **[Objectives]** To investigate the food preference of *Reticulitermes chinensis* and *Coptotermes formosanus* for wood of some common tree species in the Zhenjiang area, the influence of termites and wood species on termite feeding preferences and mortality were analyzed. This study provides a scientific basis for future termite control and prevention. **[Methods]** The experimental design was a no-choice test designed to test feeding preferences and mortality of two termites species with respect to 7 different wood species, including *Cinnamonum campora*, *Ginkgo biloba*, *Metasequoia glyptostrodoides*, *Salix babylonica*, *Magnolia grandiflora*, *Eriobotrya japonica* and *Pinus massoniana*. The termites' feeding preferences were determined by wood consumption rate, i.e. mg wood/gram of termite/day. The data were analyzed by multivariate analysis of variance. **[Results]** The results show that both termite species and wood source had a significant effect on wood consumption rate and mortality. Among the tested 7 wood types，the most preferred by *R. chinensis* were those of *S. babylonica* and *P.massoniana* woods, which had consumption rates of 31.46 and 30.59 mg/g body weight/day, respectively. For *C. formosanus*, the most preferred wood types were those of *P. massoniana*, *M. glyptostrodoides*, and *G. biloba*, with respective consumption rates of 26.53, 21.82 and 21.81 mg/g body weight/day. Two termite species showed significant differences in wood consumption rates when feeding on the wood of *G. biloba*, *S. babylonica* and *M.grandiflora*,

* 资助项目 Supported projects：住房和城乡建设部 2014 年科学技术项目计划（2014-K6-008）

**第一作者 First author，E-mail：1394619155@qq.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：jzsun1002@hotmail.com；jzsun1002@ujs.edu.cn

收稿日期 Received：2015-6-12，接受日期 Accepted： 2015-10-19

but no significant differences were apparent with respect to wood from the other four tree species. **[Conclusion]** This investigation shows that both wood consumption rate and termite mortality are significantly influenced by termite and tree species. Two termite species had significant preferences for the wood of different trees, but in general, the lowest termite mortality was observed when termites fed on *P. massoniana* wood.

Key words *Reticulitermes chinensis*, *Coptotermes formosanus*, wood, feeding preferences

白蚁是一种社会性食木昆虫，能危害多种树木、农作物和经济作物，对人类生活和国家经济都产生重大影响（林树青和高道蓉，1990；陈镆尧和张艺，1993）。白蚁的生命活动主要依赖于木质纤维素利用，在自然界中白蚁对木质纤维的获取主要是取食各种树木材质。但是，白蚁不是对所有植物（或木材）具有一样的取食喜好，其取食行为具有选择性倾向（Wheeler *et al.*，1993）。

我国长江以南地区食木白蚁危害严重。镇江市稀有树种、古典建筑较多，是一个多种白蚁同时发生和为害的区域，自然生态环境下，食木白蚁对不同树种的取食选择行为具有一定的倾向性，有些树种明显高于其他树种，同时，几种白蚁在同一处取食的现象也时有发生。目前，国内已有的文献报道多为一种白蚁对不同食料的选择性研究，受试白蚁主要有：大家白蚁 *Coptotermes curvignathus* Holmgren（张绍红，2007），黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus*（黄求应，2005；苏德伟，2012；李静，2013），黄胸散白蚁 *Reticulitermes speratus*（王洁，2011）等。其中，对不同树种食料的取食偏好性研究较少，试验木材有柏木、柚木、杉木、橡木、紫檀木、甘蔗、松木、杨梅木等。国外的文献报道主要有台湾乳白蚁 *Coptotermes formosanus* 对白桦、山核桃、北方红橡木、赤桉树等商用木材的取食偏好（Morales-Ramos and Rojas，2001），台湾乳白蚁对落羽杉、水栎、雪松、桉树、椴木等景观覆盖物的取食偏好（Sun *et al.*，2006）等。在这些取食选择性试验中，目前还没有涉及不同白蚁种类对同一木材取食情况的比较，现有的研究结果也不能说明食木白蚁对镇江地区园林树种的取食偏好情况。

白蚁能危害镇江地区的多种树木，如香樟、银杏、松树、杉树、垂柳等。为保护镇江名木古树和园林绿化，明确当地白蚁主要危害的树种类型，从而避免在建材上使用白蚁特别喜食的树种。目前，在制定具有针对性的白蚁防治策略时，必须深入解析食木白蚁的取食喜好。因此，本文挑选了 7 种具有代表性的园林树种为试验材料，分别为香樟 *Cinnamonum campora*、银杏 *Ginkgo biloba*、水杉 *Metasequoia glyptostrodoides*、垂柳 *Salix babylonica*、广玉兰 *Magnolia grandiflora*、枇杷树 *Eriobotrya japonica*、马尾松 *Pinus massoniana*。以确定镇江地区常见的两种食木白蚁：黑胸散白蚁 *Reticulitermes chinensis* 和台湾乳白蚁 *Coptotermes formosanus*，对不同树种食料的取食偏好性，从而评估白蚁种类和木材品种与白蚁危害程度的相关性。以期为本地区白蚁治理及预防提供科学依据，为保护城市绿化、名木古树提供科学依据，进一步提升白蚁科学防治与管理能力。

1 材料与方法

1.1 材料和试剂

1.1.1 供试白蚁 黑胸散白蚁 *Reticulitermes chinensis* 工蚁和兵蚁采自镇江市南山风景区，台湾乳白蚁 *Coptotermes formosanus* 工蚁和兵蚁采自苏州藏书银泉山庄。所有白蚁采回后放于温度 25~28℃，湿度 80%±5%的室内黑暗条件下饲养 7 d。试验前用纸卷诱集白蚁，放在托盘上，用湿润的纸巾覆盖，白蚁将在几分钟后附着在湿纸巾上，选取体形和龄期大致相同的健壮工蚁和兵蚁做为试验对象。

1.1.2 供试树种 香樟 *Cinnamonum campora*（A）、银杏 *Ginkgo biloba*（B）、水杉 *Metasequoia glyptostrodoides*（C）、垂柳 *Salix babylonica*（D）、广玉兰 *Magnolia grandiflora*（E）、枇杷树 *Eriobotrya japonica*（F）、马尾松 *Pinus massoniana*

（N）。其中，马尾松由南京林业大学材料科学与工程学院提供，其余均采自镇江南山风景区。将采回的木段锯成宽 2 cm、厚 0.6 cm 的木条，逐条编号，参照 Sun 等（2006）的报道进行 30 d 的风化处理。试验前，清理木条表面杂物，将木条切割成长、宽分别为 2 cm，厚 0.6 cm 的木块，放入 90℃的马弗炉持续干燥至恒重，记录木块最后的重量。

1.2　试验方法

本文采用玻璃螺旋口广口瓶为试验容器（瓶口直径 60 mm，高 100 mm，购于江苏大运发玻璃制品有限公司）。使用前瓶身用高压蒸汽灭菌锅 120℃、20 min 灭菌，烘干；塑料瓶盖用 70%酒精喷洒消毒。黄沙，过 20 目筛，高压蒸汽灭菌锅 120℃、20 min 灭菌，烘干。该取食试验设计主要依据美国木材防腐协会标准 E1-97（AWPA，1999）确定的白蚁标准取食试验方法。每个试验容器投放一种白蚁及一种木材，共设计 7（7 种木材）×2（2 种白蚁）种处理，每种处理设 3 个重复。

试验前每个饲养瓶装入灭菌烘干的细沙 75 g，再加入 15 mL 灭菌超纯水。2 h 后放入木块，木块平放在沙子表面，两角紧靠瓶壁。用毛笔从湿纸巾上快速准确挑出白蚁至容器中，每个容器放 190 头工蚁、10 头兵蚁。

白蚁于暗室中饲养。室内温度保持在 25~28℃，湿度保持在 80%±5%，试验进行 4 周（28 d）。试验结束后取出木块。小心刷去木块上的泥土和白蚁，按照试验前木块干燥方法，烘干至恒重后称重，计算木块重量变化。

1.3　数据统计与分析

白蚁的取食偏好通过白蚁的取食率来评价（Haverty，1976），即每克白蚁每天取食量（mg）。其计算方法为：每克白蚁每天取食量（mg）=28 d 内木块重量减少量（mg）/28（d）/工蚁总重量（g）。

计算白蚁死亡率，计算方法为：死亡白蚁数量/原有白蚁数量×100%。

白蚁种类和木材品种对白蚁取食率及死亡率影响的数据，采用 SAS 统计软件进行多因素方差分析，通过 Tukey’s HSD（Honestly significant difference）检验法进行不同平均数的多重比较（α=0.05）。确定白蚁种类和木材品种对白蚁取食率及白蚁死亡率的影响，分析白蚁对 7 种木材的取食偏好显著性差异（P＜0.05），进一步评价不同白蚁种类和木材品种与镇江地区白蚁危害程度的相关性。

2　结果与分析

2.1　白蚁取食率和白蚁死亡率数据方差分析

方差分析结果表明，不同白蚁种类和木材品种对白蚁取食率的影响有极显著性差异，不同白蚁种类和木材品种对白蚁死亡率的影响也有极显著性差异。该结果表明：白蚁种类和不同木材对白蚁取食率影响显著，就白蚁死亡率来说，不同白蚁和不同木材均表现为显著（表 1）。

表 1　白蚁种类与木材品种对白蚁取食率和死亡率方差分析试验结果

Table 1　Variance analysis of wood consumption rate and mortality by termite species and wood species

方差分析 Variance analysis（effect）	影响因子 Factor	分母自由度 Num DF	分子自由度 Den DF	F 值 F value	Pr＞F
对白蚁取食率的影响 Wood consumption rate	白蚁 Termite	1	28	62.87	＜0.0001
	木材 Wood	6	28	68.99	＜0.0001
	白蚁*木材 Termite* Wood	6	28	53.09	＜0.0001
对白蚁死亡率的影响 Mortality	白蚁 Termite	1	28	76.47	＜0.0001
	木材 Wood	6	28	47.20	＜0.0001
	白蚁*木材 Termite* Wood	6	28	24.41	＜0.0001

原始死亡率（%）数据经过 log 数据转换后计算，误差呈正态分布。

Original data of mortality are log-transformed. Then the error fits the normal distribution.

2.2 不同木材品种分别对台湾乳白蚁、黑胸散白蚁的取食率及死亡率的影响

由于不同种类白蚁和不同木材对白蚁取食率和白蚁死亡率差异影响显著，进一步进行 Tukey 多重比较，结果表明，白蚁的取食偏好受木材种类的影响显著。在供试的 7 种木材中，台湾乳白蚁取食马尾松的取食率最高，较喜欢取食马尾松、水杉、银杏，而对广玉兰取食率最少。白蚁取食率从大到小排列为：马尾松＞水杉＞银杏＞香樟＞垂柳＞枇杷树＞广玉兰。黑胸散白蚁对垂柳和马尾松有明显的取食偏好，对枇杷树取食率最少。白蚁取食率从大到小排列为：垂柳＞马尾松＞广玉兰＞水杉＞香樟＞银杏＞枇杷树（表 2）。

木材种类对白蚁死亡率也有明显影响：对台湾乳白蚁，取食马尾松的白蚁死亡率最低（2.5%~10.5%），取食枇杷树的白蚁死亡率最高（61.5%~68.5%）。死亡率与白蚁取食率大致呈负相关，即取食率越低，死亡率越高。对黑胸散白蚁，同样，取食马尾松的白蚁死亡率最低（11.5%~14.5%），取食枇杷树的白蚁死亡率最高（85.5%~86%）。值得注意的是，取食香樟和银杏的黑胸散白蚁全部死亡。除香樟和银杏外，白蚁死亡率与白蚁取食率大致呈负相关。

2.3 不同白蚁种类取食同一种木材品种对取食率及死亡率的影响

不同白蚁种类取食同一木材品种对其取食率和死亡率也具有明显影响，比较结果如图 1、图 2 所示。

由图 1 可以看出，两种白蚁对香樟、水杉、枇杷树、马尾松 4 种木材的取食没有显著差异，其取食偏好差异不大；而对银杏、垂柳、广玉兰这 3 种木材的取食有显著差异。其中，台湾乳白

表 2 台湾乳白蚁、黑胸散白蚁在不同木材品种上的平均取食率和平均死亡率比较

Table 2 The wood consumption rate and mortality of *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes chinensis* for different wood species

台湾乳白蚁 *Coptotermes formosanus*			黑胸散白蚁 *Reticulitermes chinensis*		
木材种类 Wood species	取食率 Wood consumption rate (mg/g termite/day)	死亡率 Mean mortality (%)	木材种类 Wood species	取食率 Wood consumption rate (mg/g termite/day)	死亡率 Mean mortality (%)
马尾松 *Pinus massoniana*	26.53±1.33a	6.83±2.33d	垂柳 *Salix babylonica*	31.46±1.75a	13.67±1.42b
水杉 *Metasequoia glyptostrodoides*	21.82±1.58ab	20.50±2.75bc	马尾松 *Pinus massoniana*	30.59±0.37ab	13.17±0.88b
银杏 *Ginkgo biloba*	21.81±0.45ab	15.17±2.32bc	广玉兰 *Magnolia grandiflora*	25.38±1.71bc	20.17±0.88b
香樟 *Cinnamonum campora*	18.10±1.03bc	12.83±1.59c	水杉 *Metasequoia glyptostrodoides*	24.41±1.26c	25.00±1.61b
垂柳 *Salix babylonica*	14.75±1.04c	18.67±1.48bc	香樟 *Cinnamonum campora*	12.71±0.46d	100.00±0a
枇杷树 *Eriobotrya japonica*	9.27±0.49d	65.33±2.05a	银杏 *Ginkgo biloba*	12.30±0.51d	100.00±0a
广玉兰 *Magnolia grandiflora*	4.85±0.31d	28.17±1.59b	枇杷树 *Eriobotrya japonica*	11.59±0.69d	85.67±0.17a

表中数据为平均值±标准差（n=3），同列数据后有不同字母表示经 Tukey 检验后差异显著（P＜0.05）。

Data are mean±SE(n=3), and followed by the different letters in the same column indicate significant difference by Tukey's test at 0.05 level.

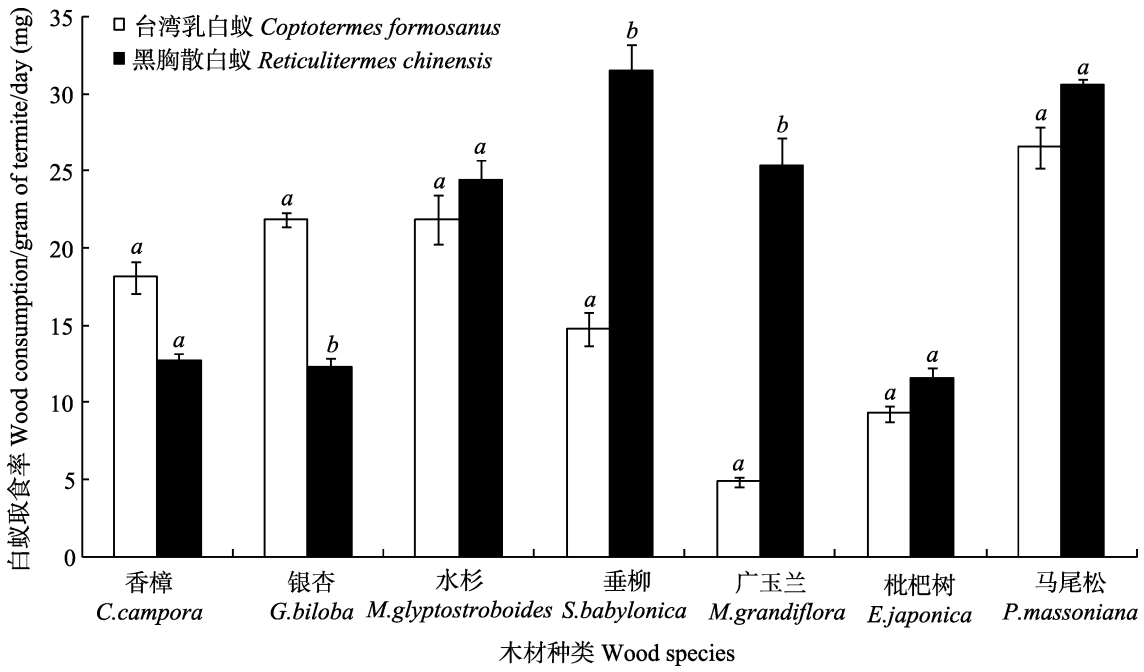


图 1　两种白蚁取食同一木材品种的取食率比较

Fig. 1　Comparison of wood consumption rate between *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes chinensis* on the same wood species

同组柱上标有不同字母表示经 Tukey 检验后差异显著（$P<0.05$）。下图同。

Histograms with different letters in the same group indicate significant difference by Tukey's test at 0.05 level. The same below.

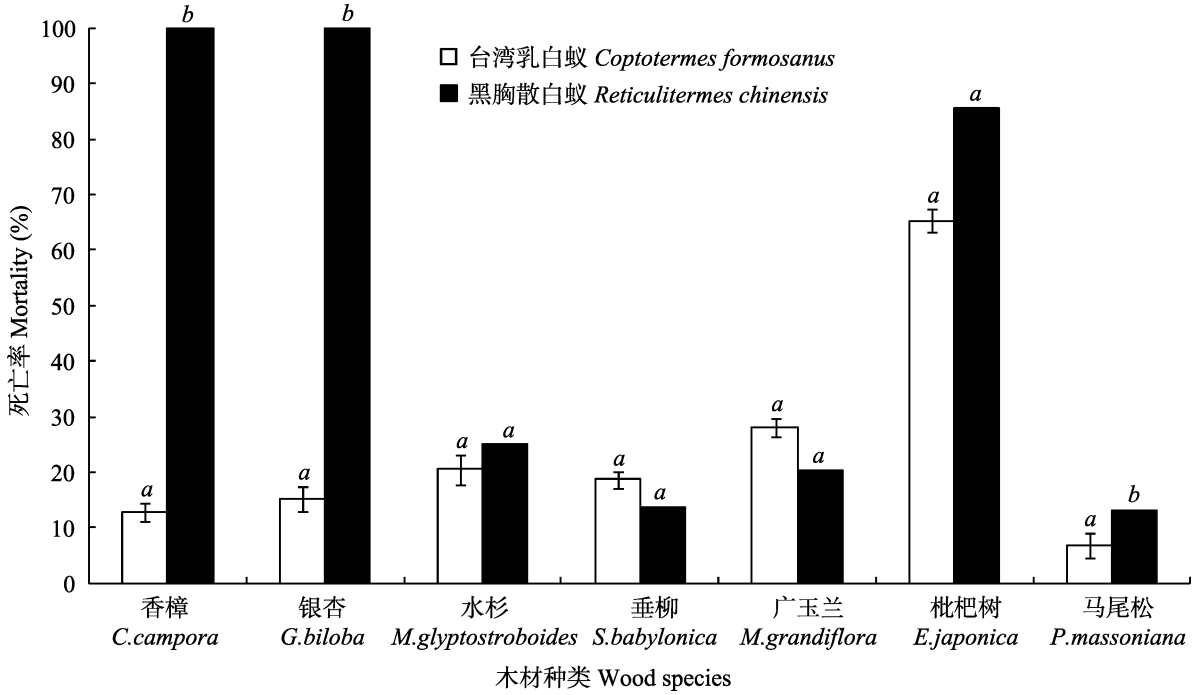


图 2　两种白蚁取食同一木材品种的死亡率比较

Fig. 2　Comparison of mortality between *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes chinensis* on the same wood species

蚁对银杏的取食率明显高于黑胸散白蚁，对垂柳和广玉兰的取食率则明显低于黑胸散白蚁。

由图 2 可以看出，两种白蚁取食水杉、垂柳、广玉兰、枇杷树的死亡率没有显著差异，而取食香樟、银杏、马尾松的死亡率差异显著，表现为台湾乳白蚁的死亡率明显低于黑胸散白蚁。

在这个非选择性取食试验中，与其他木材相比，两种白蚁对马尾松的取食率均较高，且死亡率均为最低。

3 讨论

台湾乳白蚁和黑胸散白蚁对镇江地区常见树种的取食偏好可能跟这些树种木材的密度、硬度、树龄和含有的挥发性次生化合物有关。有研究显示，一定的木材气干密度能影响白蚁的取食率。木材密度是木材的一个物理性能，它与木材的硬度呈正相关。一般说来，木材的硬度和密度越大，其抗蚁性也越好。当气干密度达到 0.8 mg/cm^3 以上时，白蚁就很难蛀蚀到木材内部，仅在木材表面留下啃噬痕迹（高四维和马磊，2007）。一些研究者发现，白蚁通常偏好密度低的木材，如马尾松等。Arango 等（2006）发现，在热带地区的硬木中，木材密度和北美散白蚁 *Reticulitermes flavipes* 的白蚁取食率呈负相关，在软木中则呈一定的正相关。本研究中，台湾乳白蚁和黑胸散白蚁都对马尾松显示出明显偏好，而对枇杷树的取食率比较低，可能由于枇杷树木质较硬，密度高，白蚁不易取食。

白蚁在取食过程中的非正常死亡可能与木材理化特性有密切关系。我们发现一些饲养瓶里白蚁在试验进行中不断死亡，白蚁个体逐渐减少，有些不到试验期满，已死亡殆尽。这种现象在一些研究报道中也有出现（中国林业科学研究院木材防腐室，1981）。本试验中，取食香樟和银杏的黑胸散白蚁最终全部死亡。可以观察到在试验初期，黑胸散白蚁曾取食香樟和银杏，木材表面有许多被白蚁啃过的啃噬痕迹。随着试验的进行，10 d 后黑胸散白蚁开始大批死亡，15 d 后全部死亡。众所周知，食木白蚁的取食进程是由工蚁来完成的，判断一个食材是否合适，工蚁是靠头部触角上的感觉器官感知食物的存在，以判别食物的喜厌（宋晓钢，1993）。一般来说，白蚁首先遇到的是由于木材理化特性所引起的化学物质刺激，即木材本身某些具挥发性次生物质散发出来的化学气味，通过其嗅觉等化学感受器产生引诱作用（邓强和邓倩聪，2008）。自然界中，有些木材树种含有特殊的芳香油可能对白蚁有驱避作用。我们推测，尽管我们在试验前，对试验用树种进行过风化处理，但香樟和银杏木材细胞中存留的内含物可能对黑胸散白蚁仍有驱避、毒性或拒食等作用。比如香樟木具有的一些挥发性物质，如萜类、倍半萜类及其含氧衍生物等（衣晓明等，2010），可能是阻止黑胸散白蚁取食的主要因素。而起到抑制黑胸散白蚁取食作用的具体化合物，甚至引起其全部死亡的原因还有待进一步的研究。

各地区食木白蚁对不同木材的喜好有一定的共性，也有由于当地特定环境、气候因素等导致的其长期进化过程中形成的差异。中国林业科学研究院木材所（中国林业科学研究院木材防腐室，1981）进行了 165 种木材的天然抗蚁性试验，供试白蚁为黑胸散白蚁。结果显示，针叶树材中水杉为弱抗蚁蛀树种，马尾松为不抗蚁蛀树种；阔叶树材中香樟为中抗蚁蛀树种。这与本试验中黑胸散白蚁的取食偏好性结果较为吻合。王洁等（2011）研究了 12 种植物材料对黄胸散白蚁的引诱作用。研究发现，供试白蚁喜食柏木、桉树、杉木、甘蔗；取食率最少的为香樟、泡桐、紫檀木、皂角且取食时间最短，在同样的情况下，白蚁几乎不取食这几种植物材料。尉吉乾等（2010）研究发现黑胸散白蚁对不同种类的木材有明显的选择性，在常见的木材中，它们最喜蛀食油松、华北落叶松。宋晓钢（1993）以台湾家白蚁为供试昆虫，测定了多种植物性材料的取食率和引诱力。其试验结果显示，马尾松的引诱力最强，杉木效果不佳。Morales-Ramos 和 Rojas（2001）通过测定台湾乳白蚁对 28 种商业木材的取食量，发现黄桦树 *Betula alleghaniensis* 最被喜食，

可作为研制诱杀台湾乳白蚁的毒饵原料。总之，白蚁的取食对不同树木食材具有明显选择性，不同种类的白蚁往往喜食不同种类的植物。本文的研究结果和其他文献报道有些差异，可能由于地区特有的树种和环境条件等导致了白蚁在进化中形成了独特的取食习惯。

本文通过研究黑胸散白蚁和台湾乳白蚁两种主要食木白蚁对镇江几种常见树种食料的取食偏好性，明确了白蚁危害程度和白蚁种类、木材品种的相关性，为本地区白蚁防治及园林绿化的保护提供科学依据。同时，由于每种白蚁对食物都具有选择性，在引诱剂中加入某种白蚁偏好的饵料或饵料添加剂，可以提高对白蚁诱集的效果（黄远达，2001；Morales-Ramos and Rojas，2001），提升对白蚁种群发生的监控能力和防治能力。因此，该研究还可以为进一步开发低剂量缓效的植物性诱饵、研制新型的白蚁诱杀剂提供重要的科学依据。

致谢：本研究由苏州市白蚁防治管理处提供供试台湾乳白蚁、南京林业大学材料科学与工程学院提供供试马尾松木，并得到了江苏大学生物质能源研究所师生的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

参考文献 (References)

Arango RA, Green F, Hintz K, Patricia KL, Regis BM, 2006. Natural durability of tropical and native woods against termite damage by *Reticulitermes flavipes*(Kollar). *Int. Biodeter Biodegr.,* 57(3): 146–156.

Chen BY, Zhang Y, 1993. Review on termite damage and control techniques in forest of China. *Science and Technology Termites,* 10(2): 1–5. [陈镛尧, 张艺, 1993. 中国林木白蚁危害及其防治技术. 白蚁科技, 10(2): 1–5.]

Deng Q, Deng QC, 2008. Foraging and feeding behaviors of *Coptotermes formosanus*. *City Pest Control*, (3): 21–24. [邓强, 邓倩聪, 2008. 台湾乳白蚁的觅食和取食行为. 城市害虫防治, (3)：21–24.]

Gao SW, Ma L, 2007. Reducing sugar contents in the wood and its impact to termite feeding behaviors of *Coptotermes formosanus*. *City Pests Control,* (1): 16–19. [高四维, 马磊, 2007. 木材中还原糖含量与台湾乳白蚁取食性状的研究. 城市害虫防治, (1)：16–19.]

Haverty MI, 1976. Termites. *Pest Control*, 44(5): 12–17, 46–49.

Huang QY, Lei CL, Xue D, 2005. Food choice of the underground termite, *Odontotermes formosanus*. *Scientia Silvae Sinicae*, 41(5): 91–95. [黄求应, 雷朝亮, 薛东, 2005. 黑翅土白蚁的食物选择性研究. 林业科学, 41(5): 91–95.]

Huang YD, 2001. Introduction of Chinese Termites. Hubei: Hubei Science and Technology Press. 149–153. [黄远达, 2001. 中国白蚁学概论. 湖北: 湖北科学技术出版社. 149–153.]

Li J, Yuan XD, Xu RY, Nan XQ, WangJS, Mo JC, 2013. Study on food preference of *Odontotermes formosanus* Shiraki on wood species and wood species treatment. *Chin. J. Hyg. Insect & Equip*., 19(1): 33–36. [李静, 袁晓栋, 许如银, 南晓清, 王建胜, 莫建初, 2013. 黑翅土白蚁对不同木材及其处理方法偏好性的研究. 中华卫生杀虫药械, 19(1): 33–36.]

Lin SQ, Gao DR, 1990. The Isoptera Insects and Their Management of Some Main Insect Pests in China. Tianjin: Tian Science and Technology Press. 1–401. 林树青, 高道蓉, 1990. 中国等翅目及其主要危害种类的治理. 天津: 天津科学技术出版社. 1–401.]

Morales-Ramos JA, Rojas MG, 2001. Nutritional ecology of the *Formosanus subterranean termite* (Isoptera: Rhinotermitidae): feeding response to commercial wood species. *J. Econ. Entomol.*, 94(2): 516–523.

Song XG, 1993. Screening of bait for “termite bait”. *Science and Technology Termites,* 10(2): 11–15. [宋晓钢, 1993. “白蚁诱饵剂”饵料的筛选试验. 白蚁科技, 10(2): 11–15.]

Su DW, Lin DM, Luo HJ, Lin H, Lin ZS, Luo DJ, Lin ZX, 2012. Food choice of *Odontotermes formosanus* to Juncao *Dictyophora*. *Chinese Agricultural Science Bulletin,* 28(31): 172–174. [苏德伟, 林冬梅, 罗海凌, 林辉, 林占森, 罗德金, 林占煊, 2012. 黑翅土白蚁对茵草竹荪的取食性研究. 中国农学通报, 28(31): 172–174.]

Sun JZ, Lockwood ME, Etheridge JL, 2006. Evaluation of the preferences of dealates of *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae) among landscape mulches. *Sociobiology*, 48(1): 85–99.

Termite Constraint Group, District of Construction, Guangzhou Railway Administration, 1981. Test on natural resistance of some important Chinese timbers against termites. *Scientia Silvae Sinicae,* (4): 379–387. [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, 1981. 我国主要木材天然抗蚁蛀试验. 林业科学, (4): 379–387.]

Wang J, Ding W, Yan SH, 2011. Study on 12 kinds of plant materials attracting effects to *Reticulitermes speratus*. *Journal of Plant*

Doctor, 24(2): 34–36. [王洁, 丁伟, 严少辉, 2011. 12 种植物材料对黄胸散白蚁引诱作用的研究. 植物医生, 24(2): 34–36.]

Wei JQ, Mo JC, Xu W, Xie GX, 2010. Advances in research on *Reticulitermes chinensis* (Isoptera: Rhinotermitidae) in China. *Chin. J. Vector. Biol. & Control*, 21(6): 635–637. [尉吉乾, 莫建初, 徐文, 谢国雄, 2010. 黑胸散白蚁的研究进展. 中国媒介生物学及控制杂志, 21(6): 635–637.]

Wheeler GS, Tokoro M, Scheffrahn RH, Su NY, 1996. Comparative respiration and methane production rates in nearctic termites. *J. Insect Physiol.,* 42(8): 799–806.

Yi XM, Gu M, Chen FP, Xing ZG, 2010. Analysis of volatile chemical compounds in leaves of *Cinnamomum camphora* by solid-phase micro-extraction and GC/MS. *Journal of Shenzhen Polytechnic*, 5(9): 57–59. [衣晓明, 谷茂, 陈飞鹏, 邢志国, 2010. 固相微萃取-气相色谱-质谱（SPME-GC/MS）法分析樟树叶的挥发性物质. 深圳职业技术学院学报, 5(9): 57–59.]

Zhang SH, Liang XS, Zhuang YL, 2007. Preference of termite *Coptotermes curvignathus* to sveral haits. *Plant Quarantine*, 21: 31–33. [张绍红, 梁小松, 庄永林, 2007. 大家白蚁对几种饵剂的选择性实验. 植物检疫, 21: 31–33.]