

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2016.05.008

# 四川地区危害园林绿化的5种白蚁种内和种间争斗性关系研究

曾小虎,徐鹏,张亮,陈尚海  
(成都市白蚁防治研究所,四川成都 610010)

**摘要:**为了解四川地区危害园林绿化的5种白蚁种内和种间争斗性关系。本试验收集了5种38个巢群的白蚁,并将每个巢群的部分白蚁染色饲养,再将染色白蚁与异巢未染色白蚁放入同一个培养皿中观察白蚁间的争斗性。结果表明:黑胸散白蚁(*Reticulitermes chinensis*)、圆唇散白蚁(*Reticulitermes labralis*)和黄胸散白蚁(*Reticulitermes flaviceps*)这3种白蚁的种内和种间均不具有争斗性;尖唇散白蚁(*Reticulitermes aculabialis*)种内不具有争斗性,但种间具有争斗性;台湾乳白蚁(*Coptotermes formosanus*)种内和种间均具有争斗性。可见,白蚁种内和种间的争斗性会因白蚁种类和巢群不同而不同。

**关键词:**黑胸散白蚁;圆唇散白蚁;黄胸散白蚁;尖唇散白蚁;台湾乳白蚁;种内;种间;争斗性  
**中图分类号:**S763.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5508(2016)05-0036-05

## The Research on Intraspecific and Interspecific Struggle Relation of Five Species of Termites Damaging the Landscaping in Sichuan

ZENG Xiao-hu XU Peng ZHANG Liang CHEN Shang-hai  
(Chengdu Institute of Termite Control, Chengdu 610016, China)

**Abstract:** In order to know the intraspecific and interspecific struggle relation of termites which damaged the landscaping in Sichuan, 5 species and 38 nests of termites were collected, parts of the termites from each population were dyed, marked, and fed, then the marked termites and the normal termites from different population were put in one petri dish to observe and record the battle of termites. The results showed that there were no intraspecific and interspecific struggle among *Reticulitermes chinensis*, *Reticulitermes labralis* and *Reticulitermes flaviceps*, there were interspecific struggle, but no intraspecific struggle in *Reticulitermes aculabialis*; and there were intra-and-interspecific struggle in *Coptotermes formosanus*. So the struggle among termites depended on the species and the population of termites.

**Key words:** *Reticulitermes chinensis*, *Reticulitermes labralis*, *Reticulitermes flaviceps*, *Reticulitermes aculabialis*, *Coptotermes formosanus*, Intraspecific, Interspecific, Struggle

白蚁属等翅目社会性昆虫,群体数量多,以含木质纤维素的物体为食,并在肠道微生物的帮助下消化食物。全世界有3108种白蚁<sup>[1]</sup>,在生态系统的关键环节中扮演着重要角色。近年来关于台湾乳白蚁(*Coptotermes formosanus*)<sup>[2]</sup>、黑翅土白蚁(*Odontotermes formosanus*)<sup>[3]</sup>、大锯白蚁(*Microcerotermes cras-*

*sus*)<sup>[4]</sup>、黄翅土白蚁(*Macrotermes barneyi*)<sup>[5]</sup>、尖唇散白蚁(*Heterotermes aculabialis*)<sup>[6]</sup>等白蚁种内和种间的识别因素的研究较多,如季节和地理位置<sup>[7]</sup>、肠道细菌<sup>[8]</sup>、表皮碳氢化合物<sup>[9]</sup>、环境因素<sup>[10]</sup>等,研究

收稿日期:2016-07-19

作者简介:曾小虎(1986-),男,四川省自贡市人,主要从事白蚁防治研究工作,Email:zeng\_xiao\_hu@126.com。

表明:异种白蚁之间普遍存在激烈的争斗性行为,大部分同种异巢白蚁间也因具有不同的识别物质而导致具有争斗性,并且针对不同白蚁的种内和种间关系,诱发了对白蚁防治策略与白蚁分类鉴定<sup>[11]</sup>的思考。

四川地区降雨充沛,无酷暑,无严寒,适宜白蚁生长、繁殖,尤其以散白蚁危害最为严重。散白蚁分布广泛,不筑大型巢,在土壤和木材中穿筑孔道,群体小而分散,对园林绿化造成严重的破坏。黑胸散白蚁(*Reticulitermes chinensis*)遍及四川地区的 18 个地市州<sup>[12]</sup>,圆唇散白蚁(*Reticulitermes Labralis*)<sup>[13,14]</sup>、黄胸散白蚁(*Reticulitermes flaviceps*)<sup>[15,16]</sup>、尖唇散白蚁<sup>[17,18]</sup>和台湾乳白蚁<sup>[19,20]</sup>在四川地区也有分布。据调查在成都地区该 5 种白蚁危害园林绿化的比例分别为 69.73%、7.43%、0.87%、2.60%、0.49%<sup>[18]</sup>。目前关于散白蚁种内和种间争斗关系的研究较少。为此,本试验采集了上述 5 种白蚁,并以四川地区危害园林绿化主要的白蚁种类黑胸散白蚁为重点,研究了 5 种白蚁种内和种间的争斗性关系。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验虫源

2 巢台湾乳白蚁分别于 2012 年泸州泸县和 2013 年成都采集;群体 3 为 2012 年于泸州泸县采集的台湾乳白蚁群体分离饲养 1 年的分离群体。

3 巢黄胸散白蚁分别于 2013 年和 2015 年都江堰采集。

3 巢圆唇散白蚁分别于 2014 年和 2015 年分飞期成都采集。

3 巢尖唇散白蚁分别于 2014 年和 2015 年分飞期成都采集。

26 巢黑胸散白蚁分别于 2013 年和 2014 年分飞期成都采集。

### 1.2 白蚁的饲养

每群白蚁均用两种方式饲养:1)、常规饲养,用未染色的滤纸或松木块饲养;2)、染色饲养,用 0.3% 中性红染色滤纸或松木块饲养。白蚁均放在温度为  $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ,湿度为  $70\% \pm 5\%$  的气候箱(宁波海曙赛福试验仪器厂生产)中黑暗饲养。

### 1.3 试验方法

从染色(未染色)标记的白蚁群体中分别取出兵蚁 1 只、工蚁 5 只,放入铺有湿润滤纸(直径 90 mm)的培养皿中(直径 90 mm)。取异巢和同巢未染色(染色)标记的兵蚁 1 只、工蚁 5 只放入该培养皿中。放入白蚁后,立即观察记录不同群体的白蚁间是否出现争斗,每个处理重复 5 次。

## 2 结果和分析

### 2.1 黑胸散白蚁与圆唇散白蚁、黄胸散白蚁、尖唇散白蚁、台湾乳白蚁的种内关系及其种间关系试验

黑胸散白蚁与同巢及 25 个异巢的黑胸散白蚁间无争斗性(表 1),与圆唇散白蚁和黄胸散白蚁之间,也无争斗现象(表 2)。

但黑胸散白蚁与尖唇散白蚁和台湾乳白蚁相遇后,兵蚁则立刻出现激烈的争斗行为,兵蚁上颚不停的张合,夹住对方兵蚁的上颚或撕咬对方兵蚁或工蚁的腹部,直至体液流出,不能爬动为止。黑胸散白蚁工蚁也会对尖唇散白蚁和台湾乳白蚁的兵蚁产生攻击性行为,但容易被其他兵蚁的上颚夹住而失去爬行能力。工蚁与工蚁之间也具有明显的排斥性,头部相互冲撞或撕咬对方,但由于工蚁上颚不发达撕咬能力不强。黑胸散白蚁的争斗能力弱于尖唇散白蚁和台湾乳白蚁(表 2)。

### 2.2 圆唇散白蚁与黑胸散白蚁、黄胸散白蚁、尖唇散白蚁、台湾乳白蚁的种内关系及其种间关系试验

圆唇散白蚁与同巢及其他巢群的圆唇散白蚁间无争斗性,与黑胸散白蚁和黄胸散白蚁之间,也无争斗现象(表 3)。

但圆唇散白蚁与尖唇散白蚁和台湾乳白蚁相遇后,兵蚁立刻出现激烈的争斗性行为,但圆唇散白蚁争斗能力弱于尖唇散白蚁和台湾乳白蚁(表 3)。

### 2.3 尖唇散白蚁与圆唇散白蚁、黄胸散白蚁、黑胸散白蚁、台湾乳白蚁的种间关系及其种内关系试验

尖唇散白蚁与同巢及其他巢群的尖唇散白蚁间无争斗现象(表 4)。

尖唇散白蚁与圆唇散白蚁、黄胸散白蚁、黑胸散白蚁和台湾乳白蚁相遇后,兵蚁立即表现出激烈的攻击性,撕咬对方的兵蚁或工蚁,其兵蚁的争斗能力均强于其他种类的白蚁(表 4)。



## 2.4 台湾乳白蚁与圆唇散白蚁、黄胸散白蚁、尖唇散白蚁、黑胸散白蚁的种间关系及其种内关系试验

台湾乳白蚁与同巢(含分离饲养1a的白蚁)白蚁间无争斗性(表5)。

台湾乳白蚁与圆唇散白蚁、黄胸散白蚁、黑胸散白蚁、尖唇散白蚁和异巢台湾乳白蚁相遇后,兵蚁立即表现出强烈的攻击性,撕咬对方的兵蚁或工蚁,直至受伤不能运动,攻击或受伤时其头壳会流出乳白色体液。台湾乳白蚁兵蚁的争斗能力低于尖唇散白

蚁,强于其他3种白蚁(表5)。

## 2.5 黄胸散白蚁与圆唇散白蚁、黑胸散白蚁、尖唇散白蚁、台湾乳白蚁的种间关系及其种内关系试验

黄胸散白蚁与同巢及异巢的黄胸散白蚁相遇后,无争斗性行为,与圆唇散白蚁、黑胸散白蚁间也无争斗性行为(表6)。

黄胸散白蚁与台湾乳白蚁和尖唇散白蚁相遇后,立即表现出激烈的攻击性,但其攻击能力不如台湾乳白蚁和尖唇散白蚁(表6)。

表5 台湾乳白蚁与黑胸散白蚁、黄胸散白蚁、尖唇散白蚁、圆唇散白蚁间的种间关系及其种内关系

Tab. 5 The interspecific and intraspecific relationship among *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes chinensis*, *Reticulitermes labralis*, *Reticulitermes aculabialis*, *Reticulitermes flaviceps*

白蚁种类 Termite species	黑胸散白蚁 <i>Reticulitermes labralis</i>			尖唇散白蚁 <i>Reticulitermes aculabialis</i>			台湾乳白蚁 <i>Coptotermes formosanus</i>			黄胸散白蚁 <i>Reticulitermes flaviceps</i>			圆唇散白蚁 <i>Reticulitermes labralis</i>			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
台湾乳白蚁 <i>Coptotermes formosanus</i>	1	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	2	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	3(分离)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y

表6 黄胸散白蚁与黑胸散白蚁、尖唇散白蚁、圆唇散白蚁、台湾乳白蚁间的种间关系

Tab. 6 The interspecific relationship among *Reticulitermes flaviceps* and *Reticulitermes chinensis*, *Reticulitermes aculabialis*, *Reticulitermes labralis*, *Coptotermes formosanus*

白蚁种类 Termite species	黑胸散白蚁 <i>Reticulitermes labralis</i>			尖唇散白蚁 <i>Reticulitermes aculabialis</i>			台湾乳白蚁 <i>Coptotermes formosanus</i>			黄胸散白蚁 <i>Reticulitermes flaviceps</i>			圆唇散白蚁 <i>Reticulitermes labralis</i>			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
黄胸散白蚁 <i>Reticulitermes flaviceps</i>	1	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N
	2	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N
	3	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N

## 3 讨论

白蚁巢群受到外界攻击时,兵蚁会承担抵御外敌的使命。不同群体的白蚁个体间由于具有不同的识别物质,导致它们相互接触时有或无争斗性行为。

此次试验表明:(1)黑胸散白蚁、圆唇散白蚁和黄胸散白蚁这3种白蚁具有很好的种内和种间相容性。但该3种白蚁与尖唇散白蚁、台湾乳白蚁接触时,具有强烈的争斗性行为,其争斗能力均弱于尖唇散白蚁和台湾乳白蚁。(2)尖唇散白蚁与其他种类的白蚁接触时会产生激烈的争斗性行为,其争斗能力强于台湾乳白蚁和其他3种散白蚁,不同巢群及同巢的尖唇散白蚁间具有较好的相容性,无争斗性行为。(3)台湾乳白蚁与其他4种白蚁及同种异巢的台湾乳白蚁接触时均会产生激烈的争斗性行为,其争斗能力强于黑胸散白蚁、圆唇散白蚁和黄胸散

白蚁,弱于尖唇散白蚁。但同巢及同巢分离饲养1a后的台湾乳白蚁间具有较好的相容性。

近年来,关于白蚁群体之间争斗性的研究较多。莫小畅<sup>[21]</sup>研究发现,台湾乳白蚁工蚁与黄胸散白蚁或黑胸散白蚁工蚁相遇时,彼此间均会发生争斗,台湾乳白蚁工蚁的争斗能力最强。李永忠<sup>[22]</sup>、滕立<sup>[23]</sup>等发现台湾乳白蚁与黄胸散白蚁之间,及不同台湾乳白蚁巢群之间均具有相当强的争斗性。邢连喜<sup>[6]</sup>研究尖唇散白蚁时发现,尖唇散白蚁中放入黄胸散白蚁、圆唇散白蚁的任何品级,都会招致兵蚁和工蚁的攻击,然而当把不同巢群的尖唇散白蚁混合饲养时,无攻击性行为。本次试验与以上试验结果均一致,说明:台湾乳白蚁种内和种间均具有争斗性;尖唇散白蚁种间具有争斗性,但种内不具有争斗性。本次试验还发现:同巢分离饲养1a的台湾乳白蚁群体间不具有争斗性,这与澳大利亚矛颚乳白蚁(*Coptotermes acinaciformis*)类似<sup>[24]</sup>,但不同于非洲

草白蚁(*Hodotermes mossambicus*),同巢的非洲草白蚁分开饲养约 24 h 后会产生排斥行为<sup>[25]</sup>;黑胸散白蚁、圆唇散白蚁和黄胸散白蚁这 3 种白蚁的种内和种间不具有争斗性。

可见,白蚁种内和种间的争斗性因白蚁的种类或巢群的不同而不同。笔者做了以下可能性分析:

1)台湾乳白蚁种群数量巨大,个体总数达百万至上千万只,个体日取食量约为 0.1395 mg<sup>[26]</sup>,巢群日取食总量约 139.5 g 至 1 395 g。因此台湾乳白蚁可能出于对食物相对较大的需求,排斥本巢以外的同种和异种白蚁,表现出争斗性。而黑胸散白蚁群体数量较少,成熟蚁巢群体数量为 8 万~79 万只<sup>[27]</sup>,个体日取食量约为 0.1149 mg<sup>[26]</sup>,巢群日取食总量为 9.192 g 至 90.771 g,对食物需求量相对较低,因此黑胸散白蚁和与其类似的白蚁(黄胸散白蚁、圆唇散白蚁)间无争斗性。

2)台湾乳白蚁为等翅目(Isoptera),鼻白蚁科(Rhinotermitidae),乳白蚁属(*Coptotermes*)白蚁。黑胸散白蚁、黄胸散白蚁、圆唇散白蚁和尖唇散白蚁为等翅目,鼻白蚁科,散白蚁属(*Reticulitermes*)白蚁。可能由于乳白蚁属与散白蚁属的识别因子具有种属特异性<sup>[28]</sup>,导致台湾乳白蚁与 4 种散白蚁具有争斗性。不同巢群的台湾乳白蚁的识别因子也可能不同,导致异巢的台湾乳白蚁间也具有争斗性,但同巢分离饲养 1 a 后的台湾乳白蚁的识别因子可能相同,不具有争斗性。

3)黑胸散白蚁、黄胸散白蚁和圆唇散白蚁同为散白蚁属白蚁,可能亲缘关系较近,种内和种间识别因子高度相似,导致 3 种白蚁种内和种间不具有争斗性。另外,3 种白蚁在形态分类学上相近,区别特征较模糊,可能存在误判白蚁种类。为确定 3 种供试白蚁是否为相同的白蚁种类,可通过分子生物学进行 DNA 检测,也可通过将 3 种白蚁的分飞成虫分别配对饲养,看是否能正常配对并产生具正常生殖力的后代来判断。

4)尖唇散白蚁与另外 3 种散虽同为散白蚁属白蚁,但可能亲缘关系远,识别因子不同,导致尖唇散白蚁与 3 种白蚁具有争斗性。但异巢尖唇散白蚁间的识别因子可能相同,而不具有争斗性。

本研究的试验虫源仅 5 种白蚁,除黑胸散白蚁供试群体较多外,其他 4 种白蚁仅试验了 3 个群体,今后还需增加白蚁种类、延长试验观察时间、增加供

试群体数量,以期更深入了解不同白蚁种内和种间的争斗关系。

#### 参考文献:

- [1] 程冬保,杨兆芬.白蚁学[M].北京:科学出版社,2014:82.
- [2] 陈艳.黑翅土白蚁巢群间竞争和种间竞争的研究[D].硕士学位论文.华中农业大学,2007.
- [3] 陈艳,孟子焯,黄求应,等.黑翅土白蚁与其它二种白蚁种群间的相容性[J].昆虫知识,2007,44(6):850~855.
- [4] Wong N, Lee C Y. Intra-and-interspecific agonistic behavior of the Subterranean termite *Microcerotermes crassus* (Isoptera: Termitidae) [J]. J Econ Entomol, 2010, 103(5): 1754~1760.
- [5] 杨天赐,吴震,陈镛尧.几种白蚁种间竞争与种内相容性初步研究[J].安徽农业大学学报,2001,28(1):86~91.
- [6] 邢连喜.西北五省区白蚁研究.博士论文[C].浙江农业大学,1997.
- [7] Su N Y, Haverty M I. Agonistic behavior among colonies of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae), from Florida and Hawaii: lack of correlation with cuticular hydrocarbon composition [J]. J Insect Behav, 1991, 4: 115~128.
- [8] Kirchner W H, Minkley N. Nestmate discrimination in the harvester termite *Hodotermes mossambicus* [J]. Insectes Soc, 2003, 50(3): 222~225.
- [9] Haverty M I, Thorne BL. Agonistic behavior correlated with hydrocarbon phenotype in dampwood termites *Zootermopsis* [J]. J Insect Behav, 1989, 2(4): 523~543.
- [10] Shelton TG, Grace JK. Suggestion of an environmental influence on intercolony agonism of Formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) [J]. Environ Entomol, 1997, 26: 632~637.
- [11] 曾小虎,徐鹏,陈尚海.白蚁群体融合性及识别因素研究进展[J].安徽农业科学,2015,10:154~156.
- [12] 谭速进.四川白蚁名录[J].四川动物,2014,03:449~455.
- [13] 高道蓉,史文鹏,朱本忠.重庆地区蟹类调查及新种记述[J].昆虫分类学报,1984,6(4):295~297.
- [14] 严少辉,彭晓涛,孙叙,等.宜宾市白蚁种类调查研究[J].中华卫生杀虫药械,2013,19(4):334~336.
- [15] 蔡邦华,黄复生.中国白蚁[M].北京:科学出版社,1980:15.
- [16] 王乔花,周材权,卢忠民,等.南充市白蚁的资源状况、分布及防治研究[J].安徽农业科学,2012,40(36):17626~17627.
- [17] 高道蓉,潘演征,马星春,等.四川省网蟹属及新种记述[J].昆虫分类学报,1982,4(4):299~306.
- [18] 陈尚海,徐鹏,曾小虎,等.成都地区白蚁种类的调查研究[J].中华卫生杀虫药械,2015,03:309~313.
- [19] 刘源智,潘演征,唐国清,等.四川省白蚁区划[J].白蚁科技,1986,3:13~19.

(下转第 64 页)

等),摆好机关即可。简单做法是把捕鼠笼直接牢固绑在树杆、树枝上,亦或者直接固定在地面,皆要早放晚收。坚果成熟季节,在赤腹松鼠必经之路放置效果较好。

### 3.2 毒杀

投毒。2003年12月,四川省林科院森保所与洪雅县国家级森林病虫害测报中心合作,在洪雅林场目禅寺工区采用:A:灭鼠灵0.625克+1ml不育剂+醋;B:灭鼠醚0.25克+1ml(水剂)+醋;C:毒鼠磷+醋。进行赤腹松鼠防治试验。投药25d后,取食率分别为:A、57.2%;B、72.13%;C、58.4%。洪雅林场在开展赤腹松鼠工程防治时,采用“堆施灭鼠法”,毒饵为鼠必克系列,收到良好效果。但对环境和其它生物有不良影响,现在洪雅林场已经停止使用。

### 3.3 提高森林经营质量,改善栖息地的生态环境

可选育对赤腹松鼠抵抗力强的树种,如台湾杉(秃杉)受赤腹松鼠危害较轻,甚至不受危害。

适地适树原则,广植乡土树种,营造针阔混交林,并植赤腹松鼠爱吃的一些树种,重新经营出赤腹松鼠原来的自然环境,可减轻赤腹松鼠对经济林木的危害。天然阔叶林不可采取皆伐方式,要保留相当宽的面积,给赤腹松鼠以充分的生存与栖息条件,使受害地点仅限于天然林与人工林的交接处。要保护赤腹松鼠的天敌,如:蛇、鹰、鹫、黄鼠狼、鼬鼠等,不滥捕乱猎,自然调节赤腹松鼠的种群密度,维护生态平衡。

赤腹松鼠危害较重的造林地,主要是赤腹松鼠种群密度较高(3只·hm<sup>-2</sup>以上)或造林地内可供赤腹松鼠取食的藤蔓植物(如猕猴桃等)及食饵小灌木分布较多,提高了赤腹松鼠栖息环境的负荷力而提高了赤腹松鼠的种群密度。因此,对人工林适当延长幼林抚育年限,即可减少赤腹松鼠危害的机会。对过密人工林进行间伐,增加光照,使赤腹松鼠易被天敌发现,减少赤腹松鼠的活动。对经济林木修枝、间伐可增加林内透光度,使赤腹松鼠在树间及树冠层间移动困难,减少迁移活动机会。

洪雅林场积极采用上述内容,努力提高森林经营模式,还与洪雅县国家级森林病虫害测报中心合作,坚持不懈对各个林区林地进行野外样地样线调查,掌握赤腹松鼠种群数量动态。同时,洪雅林场根据《四川省林业厅关于同意四川省洪雅县林场捕杀部分赤腹松鼠的批复》川林函【2006】598号文,以经济手段收取赤腹松鼠尾巴,发动社会力量广泛猎捕,大大降低了赤腹松鼠对林场和周边经济林木的危害程度。

### 参考文献:

- [1] 汤开成,何开伟,等.人工捕杀赤腹松鼠以防治其对人工林危害的效果观察[J].四川林业科技,2012,03.
- [2] 蔡红霞,冉江洪,等.赤腹松鼠危害季节性变化与食性的初步探讨[J].四川林业科技,2001,22.
- [3] 冉江洪,林强.四川省人工林鼠害防治方法研究[J].四川林业科技,199,20.
- [4] 汤开成,何开伟,等.人工捕杀赤腹松鼠以防治其对人工林危害的效果观察[J].四川林业科技,2012,03.
- [5] 蔡红霞,冉江洪,等.赤腹松鼠危害季节性变化与食性的初步探讨[J].四川林业科技,2001,22.
- [6] 冉江洪,林强.四川省人工林鼠害防治方法研究[J].四川林业科技,199,20.
- [7] Entomological Research,1980,70(1):17~23.
- [8] Nel J C. Aggressive behavior of the harvest termites *Hodotermes mossambicus* and *Trinervitermes trinervoides* [J]. Insect Societies, 1968,15:145~156.
- [9] 曾小虎,徐鹏,陈尚海.兵蚁比例与群体数量对台湾乳白蚁和黑胸散白蚁取食量的影响[J].中华卫生杀虫药械,2015,04:412~415.
- [10] 尹兵,王秀梅,朱方丽,等.黑胸散白蚁取食群体大小与活动范围研究[J].环境昆虫学报,2015,06:1182~1187.
- [11] 杨锦锦,嵇保中,刘曙雯,等.白蚁表皮碳氢化合物研究进展[J].昆虫学报,2013,56(12):1480~1488.
- [12] 谭速进.成都地区首次发现台湾乳白蚁[J].四川动物,2006,25(4):813.
- [13] 莫小畅.3种白蚁之间的格斗行为及抗生素对同种个体识别的影响[J].中国媒介生物学及控制杂志,2013,24(1):55~57.
- [14] 李永忠,李雄生,王问学,等.白蚁种间及种内群体的相容性初步研究[J].中南林学院学报,1999,19(4):41~44.
- [15] 滕立,莫建初,王艾青,等.不同巢群台湾乳白蚁的格斗行为[J].浙江林学院学报,2005,22(5):566~571.
- [16] Howick C D, Creffield J W. Intraspecific antagonism in *Coptotermes acinaciformis* (Isoptera: Rhinotermitidae) [J]. Bulletin of

(上接第40页)