

氟虫腈防治红火蚁对绿地蚂蚁群落多样性的影响*

刘 杰^{1, 2**} 齐国君^{2***} 吕利华² 何余容³

(1. 广州市越秀区疾病预防控制中心, 广州 510055; 2. 广东省农业科学院植物保护研究所/广东省植物保护新技术重点实验室, 广州 510640; 3. 华南农业大学农学院, 广州 510642)

摘 要 【目的】研究饵剂点播、饵剂撒播、药剂灌巢 3 种不同处理方法防治红火蚁 *Solenopsis invicta* 对绿地蚂蚁群落多样性的影响, 为绿地红火蚁的防治与本地蚂蚁的保护利用提供科学依据。【方法】在广州市南沙区绿化地, 采用掉落式陷阱法调查研究绿地的蚂蚁群落结构, 并对比分析饵剂点播、饵剂撒播、药剂灌巢对蚂蚁群落多样性的影响。【结果】(1) 在饵剂点播、饵剂撒播、药剂灌巢和对照 4 个处理区中共采集到 44 361 头蚂蚁, 分属于 8 个亚科, 33 个种; (2) 防治前后各处理区之间的蚂蚁种类数变化不大, 但其蚂蚁数量却存在明显差异; (3) 防治前不同处理类型之间的蚂蚁群落多样性指数无显著差异, 防治后仅有药剂灌巢区的蚂蚁多样性指数显著升高。【结论】化学防治可以改变蚂蚁的群落结构, 药剂灌巢的处理方法可以显著降低蚂蚁的种群数量, 并显著提高其处理区的蚂蚁多样性, 适用于城市绿地的红火蚁防控。

关键词 红火蚁, 化学防治, 蚂蚁群落, 多样性

Effects of using fipronil to control *Solenopsis invicta* Buren on ant colony diversity in a greenbelt

LIU Jie^{1, 2**} QI Guo-Jun^{2***} LÜ Li-Hua² HE Yu-Rong³

(1. Guangzhou Center for Disease Control and Prevention, Yuexiu District, Guangzhou 510055, China; 2. Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection/ Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China; 3. College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract 【Objectives】To provide a scientific basis for improving control of *Solenopsis invicta* and protection of local ants, the effects of three kinds of methods for controlling *S. invicta*; baiting individual mounds, broadcasting baits, and drenching, on ant colony diversity in a greenbelt were investigated. 【Methods】Ant colony structure was investigated by the pitfall trap method in green spaces in Nansha District, Guangzhou City, and the diversity index of the ant community following application of the three kinds of control methods analyzed and compared. 【Results】(1) A total of 44 361 ants belonging to 8 subfamilies and 33 species were collected in the four treatment sites. (2) There was little change in the ant species diversity of the different treatment sites before and after control, but there were obvious differences in ant abundance before and after control. (3) There were no significant differences in the diversity of different treatment sites before control was applied, but the diversity of the drenching site significantly increased. 【Conclusion】Chemical control can change ant colony structure. Because drenching can both significantly reduce the number of ants and increase ant colony diversity, it is the most suitable treatment for the control of *S. invicta* in greenbelts.

Key words *Solenopsis invicta* Buren, chemical control, ant colony, diversity

* 资助项目 Supported projects: “十二五”国家科技支撑计划(2015BAD08B02); 科技部科技伙伴计划(KY201402015); 广州市科技计划项目(2013J4500032)

**第一作者 First author, E-mail: liujie919@126.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: super_qi@163.com

收稿日期 Received: 2015-11-02, 接受日期 Accepted: 2015-11-12

红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 是一种危险性极高的重大检疫性害虫,对入侵地区的农林畜牧业、公共安全、人体健康和生态环境均可造成严重危害,被列为世界上最危险的 100 种入侵有害生物之一 (Vinson, 1997)。红火蚁原分布于南美洲的巴拉那河流域 (Buren *et al.*, 1974), 20 世纪 30 年代传入美国南方阿拉巴马州,由于其扩散极其迅速,已在美国东南部呈漫山遍野分布的态势,给美国经济财产造成重大损失 (Callcott and Collins, 1996)。随着世界贸易全球化的快速发展,红火蚁已入侵到世界多个地区 (Ascunce *et al.*, 2011), 并在我国南方 11 个省市迅速蔓延暴发成灾 (Wang *et al.*, 2013; 陆永跃, 2014; 陆永跃和曾玲, 2015), 造成了严重的经济损失和生态灾难。

化学防治是目前红火蚁防治的主要方法,其中药剂灌巢处理、饵剂诱杀是红火蚁化学防治中应用最普遍、最有效的防治措施 (Morrill, 1976; Collins and Callcott, 1998), 在控制红火蚁疫情扩散、降低危害、减缓传播速度等方面取得了较为显著的效果 (刘杰等, 2006; 宋侦东等, 2009), 但化学农药的长期大量使用对农业、城乡土壤、水源造成了不同程度的污染,也会对本地区生物群落造成不同程度的负面影响,特别对本地区蚂蚁的杀伤尤为严重 (高燕等, 2011; 邱华龙等, 2013)。本地蚂蚁会与新建的红火蚁种群争夺资源,或者杀死红火蚁后,通过降低红火蚁成功定殖的比率来延缓其扩散 (Porter *et al.*, 1988), 本地蚂蚁的存在会对红火蚁的入侵起到一定的抑制作用 (Apperson *et al.*, 1984; Vogt *et al.*, 2005)。因此,研究红火蚁化学防治后对本地区蚂蚁群落及多样性的影响具有十分重要的意义。

为此,本研究通过掉落式陷阱法取样调查蚂蚁群落,对比饵剂点播、饵剂撒播、药剂灌巢 3 种不同化学防治措施处理红火蚁后对绿地蚂蚁种类、数量及群落多样性的影响,以期对绿地红火蚁的防治与本地蚂蚁群落的保护和利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本研究在广州市南沙区进港大道绿化带开展,绿化带东西长约 1 000 m,南北宽约 20 m。绿化带北边为 3 排桉树,桉树带总宽 5 m,南边有 3 m 宽的人行道和 3 条行车道的市政公路。该试验地红火蚁发生密度约为 2.5 个蚁巢/100m²。试验地地表植有台湾草 *Zoysia tenuifolia*, 并种植垂榕 *Ficus benjamina* L.、朱槿 *Hibiscus rosa-sinensi* 等乔木或灌木植物。试验地由南沙区市政管理局绿化分公司日常管理,每年剪草 4~5 次,修剪树 1~2 次,防治树冠害虫 1~2 次,地下和地表不用药。

1.2 试验小区设计

在环境相似的绿化地中设 3 个重复,每个重复内设 4 个小区,每个小区长 60 m,宽 20 m。每个重复内 4 个小区随机排列以下 4 种处理:饵剂单蚁巢点播 (Bait individual mound treatment, BIMT)、饵剂撒播 (Broadcast baits, BB)、药剂灌巢 (Drench treatment, DT) 和对照 (Control check, CK)。

1.3 供试药剂

供试饵剂:自制饵剂,0.00015%氟虫腈+30%大豆油+70%面粉。氟虫腈原粉由广东大丰植保科技有限公司提供。

供试药剂:5%锐劲特悬浮剂,由广东大丰植保科技有限公司提供。

1.4 处理方法

饵剂单蚁巢点播:将制成的新鲜饵剂 10~15 g 均匀撒施在蚁巢周围 1.2 m 范围内。

饵剂撒播:按 0.34 g/m² 的施药量,在每个撒播处理小区内均匀撒施。

药剂灌巢:将 5%锐劲特稀释成 2 000 倍液,每个蚁巢用药量 7.5~10 L。灌巢方法:先用药液淋湿整个蚁巢表面,然后在约 1 m 高处用药

续表 1 (Table 1 continued)

蚂蚁种类 Ant species	防治前蚂蚁数量 Number of ants before control				防治后蚂蚁数量 Number of ants after control			
	BIMT	BB	DT	CK	BIMT	BB	DT	CK
东方植食行军蚁 <i>Dorylus orientalis</i> Westwood	4	9	2	11	1	14	9	7
伪切叶蚁亚科 Pseudomyrmecinae								
红黑细长蚁 <i>Tetraoponera rufonigra</i> Jerdon	-	1	-	-	-	-	-	-
切叶蚁亚科 Myrmicinae								
红火蚁 <i>Solenopsis invicta</i> Buren	4 425	3 856	2 442	3 840	543	602	247	1 383
裸心结蚁 <i>Cardiocondyla nuda</i> Mayr	1 490	1 195	924	1 568	152	98	109	243
中华小家蚁 <i>Monomorium chinense</i> Santschi	561	227	364	513	532	36	305	414
亮红大头蚁 <i>Pheidole fervida</i> Smith	383	186	78	53	520	35	82	12
心结蚁属 <i>Cardiocondyla</i>	38	39	33	24	7	1	2	-
黑色铺道蚁 <i>Tetramorium crepum</i> Wang et Wu	14	-	83	2	5	-	75	1
法老蚁 <i>Monomorium pharaonis</i> Linnaeus	7	9	20	30	11	1	23	30
火蚁属 <i>Solenopsis</i>	3	4	6	-	-	-	-	-
粗糙瘤颚蚁 <i>Strumigenys hispida</i> Lin et Wu	2	-	-	5	4	-	-	5
史氏铺道蚁 <i>Tetramorium smithi</i> Mayr	2	-	-	3	-	-	-	-
陕西铺道蚁 <i>Tetramorium shensiense</i> Bolton	2	-	-	-	-	-	-	-
瘤蚁属 <i>Smithistruma</i>	2	1	-	4	1	1	5	16
印度大头蚁 <i>Pheidole indica</i> Mayr	-	20	12	-	-	-	1	-
沃尔什氏铺道蚁 <i>Tetramorium walshi</i> Forel	-	1	-	-	-	-	-	-
双隆骨铺道蚁 <i>Tetramorium bicarinatu</i> Nylander	-	-	-	-	1	-	-	-
宽节大头蚁 <i>Pheidole nodus</i> Smith	-	-	-	-	-	-	1	-
沟切叶蚁属 <i>Cataulacus</i>	-	-	-	-	-	-	1	-
臭蚁亚科 Dolichoderinae								
黑头酸臭蚁 <i>Tapinoma melanocephalum</i> Fabricius	5 736	1 359	666	2 132	175	151	26	327
蚁亚科 Dolichoderinae								
亮立毛蚁 <i>Paretrechina vividula</i> Nylander	1 209	740	1 105	1 049	127	62	253	374
黄斑弓背蚁 <i>Camponotus albosparsus</i> Forel	43	87	23	7	25	28	5	-
布立毛蚁 <i>Paretrechina bourbonica</i> Forel	21	27	55	32	2	-	16	4
哀弓背蚁 <i>Camponotus dolendus</i> Forel	14	29	4	20	17	26	8	10
平和弓背蚁 <i>Camponotus mitis</i> Smith	2	6	2	-	6	10	2	-
双齿多刺蚁 <i>Polyrhachis dives</i> Smith	-	-	2	1	-	10	-	-
蚂蚁种类数合计 Total number of ant species	22	19	19	19	23	18	22	18
蚂蚁个体数合计 Total number of ant	13 999	7 816	5 860	9 333	2 167	1 100	1 203	2 883

BIMT：饵剂单蚁巢点播；BB：饵剂撒播；DT：药剂灌巢；CK 为对照。下表同。

BIMT: Bait individual mound treatment; BB: Broadcast baits; DT: Drench treatment; CK: Control check. The same below.

2.2 化学防治对蚂蚁群落多样性指数的影响

比较不同处理类型对蚂蚁群落多样性的影响, 结果表明防治前, 各处理类型之间的蚂蚁群落多样性指数无显著差异, 但防治后, 药剂灌巢区的蚂蚁多样性指数为 1.94 ± 0.17 , 极显著大于饵剂撒播区的 1.46 ± 0.18 和对照区的 1.42 ± 0.21 ,

与饵剂点播区的 1.67 ± 0.09 差异不显著。比较防治前、防治后的蚂蚁多样性指数, 结果表明在饵剂单蚁巢点播、饵剂撒播、药剂灌巢和对照 4 种处理类型中, 药剂灌巢的蚂蚁群落多样性指数为 1.94 ± 0.17 , 显著高于防治前的 1.56 ± 0.08 。可见, 化学防治可以改变蚂蚁的群落结构, 药剂灌巢法可以显著增加其处理区的蚂蚁多样性。

表 2 不同处理类型及不同调查时期的蚂蚁群落多样性指数
Table 2 Community diversity index of ant in different survey period and treatment type

调查时期 Survey period	群落多样性指数 Community diversity index			
	BIMT	BB	DT	CK
防治前 Before control	$1.48 \pm 0.26aA$	$1.38 \pm 0.22aA$	$1.56 \pm 0.08aA$	$1.30 \pm 0.13aA$
防治后 After control	$1.67 \pm 0.09aAB$	$1.46 \pm 0.18aB$	$1.94 \pm 0.17bA$	$1.42 \pm 0.21aB$

同列数据 (调查时期) 后不同小写字母者、同行数据 (处理类型) 不同大写字母表示经方差分析在 0.01 水平上差异显著。
Data followed by different lowercase letters in the same column (survey period) indicate significant difference at 0.01 level, while followed by different uppercase letters in the same line (treatment type) indicate significant difference at 0.01 level.

3 讨论

2004 年首次在中国大陆发现红火蚁入侵 (曾玲等, 2005), 十年之间便在我国南方多省呈现出难以遏制的蔓延势头 (Wang *et al.*, 2013; 陆永跃, 2014; 陆永跃和曾玲, 2015), 红火蚁在我国虽然入侵时间较短, 但已进入快速扩散传播期 (陆永跃, 2014)。化学防治是目前红火蚁防治的主要方法, 并在控制红火蚁疫情扩散、降低危害、减缓传播速度等方面取得了较为显著的效果 (刘杰等, 2006; 宋侦东等, 2009)。本研究对比分析了饵剂点播、饵剂撒播、药剂灌巢 3 种不同处理方式对蚂蚁群落的影响, 结果发现防治前后各处理区之间的蚂蚁种类数变化不大, 但其蚂蚁数量却存在明显差异, 防治前各处理区之间蚂蚁平均数量为 $(9\ 252 \pm 1\ 735)$ 头, 防治后仅为 $(1\ 838 \pm 423)$ 头, 说明化学防治对蚂蚁种类数影响不大, 但可显著降低蚂蚁的种群数量。饵剂点播、饵剂撒播、药剂灌巢 3 种化学防治方法均可有效控制红火蚁种群数量, 但效果存在差异, 其中药剂灌巢防治效果最为显著, 红火蚁诱集数量由防治前的 2 442 头降至防治后的 247

头, 工蚁减退率接近 90%, 这是由于药剂直接接触红火蚁个体, 可在短时间内杀死红火蚁的工蚁、繁殖蚁和蚁后 (Pereira and Koehler, 1996), 可见, 药剂灌巢对绿地红火蚁的控制效果十分理想, 是一种快速且有效的措施, 适用于城市绿地等人为活动频繁地区的红火蚁防控 (Morrill, 1976; 陈焕瑜等, 2006; 刘杰等, 2006)。

红火蚁可通过资源竞争和干扰竞争与当地蚂蚁争夺食物和生态位, 使本地蚂蚁群落的多样性、均匀度和优势度均发生剧烈变化, 排挤或逐渐取代本地蚂蚁, 严重破坏当地生态系统平衡 (Morrison and Lloyd, 2000; Arnett and Gotelli, 2000; 沈鹏等, 2007; 宋侦东等, 2010; 张波等, 2012), 但本地蚂蚁也会对红火蚁的入侵与定殖起抵御作用, 从而限制红火蚁种群的增长与扩散 (Apperson *et al.*, 1984; Vogt *et al.*, 2005; LeBrun *et al.*, 2007)。本研究分析了 3 种不同处理方式对本地蚂蚁群落的影响, 化学防治大大降低了发生区内红火蚁的种群数量, 提高了其他本地蚂蚁种类出现的机会, 从而使得群落中本地蚂蚁的数量相对均衡, 相对增加了蚂蚁群落的多样性指数, 其中药剂灌巢的蚂蚁群落多样性指数为 1.94

± 0.17 , 显著高于防治前的 1.56 ± 0.08 , 其它处理区之间的差异不显著。可见, 药剂灌巢法可以显著增加其处理区的蚂蚁多样性。

本文针对 3 种常见化学方法防治红火蚁对本地蚂蚁群落的影响进行了初步研究, 比较了不同化学防治方法对蚂蚁群落多样性的影响, 为本地蚂蚁的保护和利用提供了参考, 但蚂蚁群落是一个非常复杂的群落, 蚂蚁群落的生态平衡、种间竞争等方面有待进一步开展研究。

参考文献 (References)

- Apperson CS, Leidy RB, Powell EE, 1984. Effects of amdoro on the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) and some nontarget ant species and persistence of amdoro on a pasture habitat in North Carolina. *Journal of Economic Entomology*, 77(4): 1012–1018.
- Arnett AE, Gotelli NJ, 2000. Biogeographic effects of red fire ant invasion. *Ecology Letters*, 3(4): 257–261.
- Ascunce MS, Yang CC, Oakey J, Calcaterra L, Wu WJ, Shih CJ, Goudet J, Ross KG, Shoemaker DW, 2011. Global invasion history of the fire ant *Solenopsis invicta*. *Science*, 331(6020): 1066–1068.
- Buren WF, Allen GF, Whitcomb WH, Lennartz FE, Williams RN, 1974. Zoogeography of the imported fire ants. *Journal of the New York Entomological Society*, 82(2): 113–124.
- Callcott AM, Collins HL, 1996. Invasion and range expansion of imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in North America from 1918–1995. *Florida Entomologist*, 79(2): 240–251.
- Chen HY, Feng X, Lu LH, Liu J, Zhou XM, Mo Y, 2006. Bioassay of contact insecticides to red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren. *Guangdong Agricultural Sciences*, 33(5): 28–30. [陈焕瑜, 冯夏, 吕利华, 刘杰, 周小毛, 莫严, 2006. 防治红火蚁触杀型药剂的筛选. 广东农业科学, 33(5): 28–30.]
- Collins HL, Callcott AMA, 1998. Fipronil: an ultra-low-dose bait toxicant for control of red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist*, 81(3): 407–415.
- Gao Y, He YR, Qi GJ, Zhang JQ, Lu LH, 2011. Effects of fipronil on interference competition between *Solenopsis invicta* Buren and *Tapinoma melanocephalum* Fabricius. *Chinese Journal of Environmental Entomology*, 33(4): 488–492. [高燕, 何余容, 齐国君, 张金强, 吕利华, 2011. 氟虫腈对红火蚁与黑头酸臭蚁干扰竞争的影响. 环境昆虫学报, 33(4): 488–492.]
- LeBrun EG, Tillberg CV, Suarez AV, Folgarait PJ, Smith CR, Holway DV, 2007. An experimental study of competition between fire ants and Argentine ants in their native range. *Ecology*, 88(1): 63–75.
- Liu J, Lu LH, Chen HY, Feng X, Zhou XM, He YR, 2006. Red imported fire ant control with fipronil mound drenches and its impact in ant community. *Guangdong Agricultural Sciences*, 33(5): 24–27. [刘杰, 吕利华, 陈焕瑜, 冯夏, 周小毛, 何余容, 2006. 灌巢对红火蚁的防效评价及对蚂蚁群落的影响. 广东农业科学, 33(5): 24–27.]
- Lu YY, 2014. Long-distance spreading speed and trend prediction of red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren, in mainland China. *Guangdong Agricultural Sciences*, 41(10): 70–72. [陆永跃, 2014. 中国大陆红火蚁远距离传播速度探讨和趋势预测. 广东农业科学, 41(10): 70–72.]
- Lu YY, Zeng L, 2015. 10 years after red imported fire ant found to invade China: history, current situation and trend of its infestation. *Plant Quarantine*, 29(2): 1–6. [陆永跃, 曾玲, 2015. 发现红火蚁入侵中国 10 年: 发生历史、现状与趋势. 植物检疫, 29(2): 1–6.]
- Ma KP, 1994. Measurement of Biodiversity // Qian YQ, Ma KP (eds.). Principle and Methods of Biodiversity Studies. Beijing: Chinese Science and Technological Press. 141–165. [马克平, 1994. 生物群落多样性的测度方法 // 钱迎倩, 马克平主编. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社. 141–165.]
- Morrill LW, 1976. Red imported fire ant control with mound drenches. *Journal of Economic Entomology*, 69(4): 542–544.
- Morrison, Lloyd W, 2000. Mechanisms of interspecific competition among invasive and two native fire ants. *Oikos*, 90(2): 238–252.
- Pereira RM, Koehler PG, 1996. Individual mound treatment for fire ant control. *Pest Management in the Subtropics: Integrated Pest Management - a Florida Perspective*, 264(5166): 1653–1653.
- Porter SD, Eimeren BV, Gilbert LE, 1988. Invasion of red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae): microgeography of competitive replacement. *Annals of the Entomological Society of America*, 81(6): 913–918.
- Qiu HL, He YR, Qi GJ, Chen T, Gao Y, Lu LH, 2013. Contact toxicity of fipronil to *Solenopsis invicta*, *Tapinoma melanocephalum* and *Pheidole fervida*. *Journal of Environmental Entomology*, 35(3): 328–333. [邱华龙, 何余容, 齐国君, 陈婷, 高燕, 吕利华, 2013. 氟虫腈对红火蚁、黑头酸臭蚁和亮红大头蚁的触杀毒性评价. 环境昆虫学报, 35(3): 328–333.]
- Shen P, Zhao XL, Cheng DF, Zheng YQ, Lin FY, 2007. Impacts of the imported fire ant, *Solenopsis invicta* invasion on the diversity of native ants. *Journal of Southwest China Normal University (Natural Science)*, 32(2): 93–97. [沈鹏, 赵秀兰, 程登发, 郑永权, 林芙蓉, 2007. 红火蚁入侵对本地蚂蚁多样性的影响. 西南师范大学学报(自然科学版), 32(2): 93–97.]
- Song ZD, Lu YY, Xu YJ, Huang J, Liang GW, Zeng L, 2010.

- Dynamic of native ants on the lawn with the invasion of *Solenopsis invicta* Buren. *Acta Ecologica Sinica*, 30(5): 1287–1295. [宋侦东, 陆永跃, 许益鏊, 黄俊, 梁广文, 曾玲, 2010. 红火蚁入侵草坪过程中蚂蚁类群变动趋势. *生态学报*, 30(5): 1287–1295.]
- Song ZD, Xu YJ, Lu YY, Huang J, Zeng L, 2009. Effects of chemical control on RIFA and native ants in greenbelt. *Acta Ecologica Sinica*, 29(11): 6148–6155. [宋侦东, 许益鏊, 陆永跃, 黄俊, 曾玲. 化学防治对绿化带中红火蚁及本地蚂蚁的影响. *生态学报*, 29(11): 6148–6155.]
- Tang QY, Feng MG, 2002. Applied Statistic Analysis and Data Processing System. Beijing: Science Press. 1–515. [唐启义, 冯明光, 2002. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社. 1–515.]
- Vinson SB, 1997. Invasion of red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) spread, biology, and impact. *American Entomologist*, 43(1): 23–39.
- Vogt JT, Reed JT, Brown RL, 2005. Timing bait applications for control of imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in Mississippi: Efficacy and effects on non-target ants. *International Journal of Pest Management*, 51(2): 121–130.
- Wang L, Lu YY, Xu YJ, Zeng L, 2013. The current status of research on *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) in mainland China. *Asian Myrmecology*, (5): 125–138.
- Wu J, Wang CL, 1995. The Ants of China. Beijing: China Forestry Press. 1–214. [吴坚, 王常禄, 1995. 中国蚂蚁. 北京: 中国林业出版社. 1–214.]
- Zhang B, Lu LH, Chen J, Gao Y, Zhong F, Qi GJ, He YR, 2012. Dietary habits of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) in mulberry field and wasteland in South China. *Guangdong Agricultural Sciences*, 39(9): 83–86. [张波, 吕利华, 陈健, 高燕, 钟锋, 齐国君, 何余容, 2012. 华南地区桑园和荒地生境内红火蚁食物组成研究. *广东农业科学*, 39(9): 83–86.]