



仇小龙, 张波, 何余容, 等. 夏秋季红火蚁工蚁的觅食偏好性及与多态性的关系[J]. 华南农业大学学报, 2014, 35(6): 63-66.

夏秋季红火蚁工蚁的觅食偏好性及与多态性的关系

仇小龙^{1,2}, 张波¹, 何余容¹, 高燕², 陈婷², 吕利华²

(1 华南农业大学 资源环境学院, 广东 广州 510642;

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, 广东 广州 510640)

摘要:【目的】明确在广州地区红火蚁 *Solenopsis invicta* 的觅食嗜好性, 为我国防治红火蚁新型饵剂的研制与开发提供科学依据。【方法】2011年7—11月观察了广州桑园和荒地红火蚁工蚁觅食活动的季节差异和日动态, 并分析其摄食食物类别与生境、季节的关系, 比较分析了固态型、液态型或防御型工蚁的个体分布。【结果和结论】春、秋季的2种生境中, 摄取固态或液态食物的红火蚁工蚁数量在2种生境或夏秋季节间存在显著差异(固态型 $P < 0.01$, 液态型 $P < 0.05$), 但这种差异不受生境和季节互作的影响(固态型 $P = 0.3733$, 液态型 $P = 0.9033$)。工蚁对液态食物的喜好强于固态食物, 携带液态食物的工蚁的平均比例[夏季: $(36.58 \pm 8.74)\%$, 秋季: $(37.60 \pm 5.16)\%$], 显著地高于搬运固态食物的[夏季: $(8.03 \pm 1.66)\%$, 秋季: $(7.30 \pm 1.71)\%$]。取食固态食物、液态食物以及负责防御的3类工蚁的个体多态性均呈连续性偏态分布, 其平均头壳宽度分别为 (0.6524 ± 0.0071) 、 (0.6361 ± 0.0062) 和 (0.6363 ± 0.0064) mm, 而且三者间无显著性差异。

关键词: 红火蚁; 觅食工蚁; 觅食规律; 个体多态性

中图分类号: S449

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2014)06-0063-04

Dietary preference and polymorphism of *Solenopsis invicta* foragers in China in summer and autumn

QIU Xiaolong^{1,2}, ZHANG Bo¹, HE Yurong¹, GAO Yan², CHEN Ting², LÜ Lihua²

(1 College of Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2 Plant Protection Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences/Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection, Guangzhou 510640, China)

Abstract:【Objective】To identify the foraging habits of the red imported fire ant *Solenopsis invicta* Buren in newly invaded region of Guangzhou, and to provide scientific basis for researching and developing new baits to control the fire ant. 【Method】The diurnal dynamics and body polymorphism of foragers in the colony of the red imported fire ant were observed by using directly-dissecting underground foraging tunnel at mulberry orchard and barren land in summer and autumn in Guangzhou. 【Result and conclusion】The results showed that foraging rates of fire ant workers for liquid- or solid- food were significantly different in habitats and seasons, but no difference in interaction of two treatments. The foraging rates of dietary preference for liquid food in all treatments were significantly higher than those for solid food. The average proportion of workers carrying liquid food in crop [summer: $(36.58 \pm 8.74)\%$, autumn: $(37.60 \pm 5.16)\%$] was significantly higher than the proportion of workers carrying solid foods [summer: $(8.03 \pm 1.66)\%$, autumn: $(7.30 \pm 1.71)\%$]. Individual polymorphism of workers feeding solid food, liquid food and responsible for defense showed a continuity of skewed distribution. Their average head width were

收稿日期: 2014-02-26 优先出版时间: 2014-09-30

优先出版网址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20141003.1244.019.html>

作者简介: 仇小龙(1989—), 男, 硕士研究生, E-mail: 535587931@qq.com; 通信作者: 吕利华(1964—), 男, 研究员, 博士, E-mail: lhlh@gdppri.com

基金项目: 国家国际科技合作计划项目(2011DFB30040); 广东省科技计划项目(2011B031500020); 广州市科技计划项目(2013J4500032)

(0.652 4 ± 0.007 1), (0.636 1 ± 0.006 2) and (0.636 3 ± 0.006 4) mm, respectively, showing no significant difference among them.

Key words: *Solenopsis invicta*; forager; dietary preference; polymorphism

红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 是世界上 100 种危害最严重的有害入侵生物之一。2004 年在广东吴川市发现红火蚁入侵^[1]。红火蚁觅食活动是关系到蚁群生长的重要行为之一,觅食蚁行为受到自身分工、食物种类及气候因素的影响^[2]。在美国红火蚁摄取的食物有固、液态之分,摄食花蜜等液态食物的工蚁多于搬运固体的工蚁^[3,4]。红火蚁入侵中国后,其觅食工蚁取食的偏好性是否发生变化有待证实。蚂蚁是一种社会型昆虫,个体具有多态性,而且其工蚁个体多态性因种类而异^[5]。工蚁个体多态性与其分工相关,收获蚁个体的多态性与其摄取食物的大小密切相关^[6],而且固体食物大小或质量会影响蚂蚁搬运食物的速率或数量^[7]。在中国,通过分析红火蚁弃尸堆中物质,明确了红火蚁搬运植物的种子和多种昆虫或节肢动物碎片回巢^[8,9]。入侵中国大陆的红火蚁工蚁具有极高的多态性,根据个体大小可分为大型、中型和小型^[10]。

红火蚁入侵中国并成功定殖已 10 年^[11],其对食物喜好特性是否发生了变化有待验证。本文开展了新入侵地——中国广州红火蚁对食物的偏好性及其时空变化动态调查,分析了工蚁多态性与食物物态间的关联性,以明确新入侵地红火蚁食物组成及其食物种类与个体大小的关系,为饵剂生产与应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验在广州市白云区钟落潭广东省农业科学院金颖园中的桑园和荒地中进行,时间为 2011 年 7—11 月。红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 采用成熟蚁巢中外出觅食的工蚁。

1.2 试验方法

1.2.1 红火蚁觅食活动季节动态调查 在桑园或荒地中,随机选取红火蚁成熟蚁巢。先在距选定蚁巢 1.0~1.5 m 处寻找其地表或地表下的蚁道出入口,然后在出入口与蚁巢间的连线上选择试验点,用铁铲(22 cm × 6 cm)平铲出宽 10~15 cm、深 2~5 cm 的观察剖面,使蚁道暴露。20 min 后,当工蚁在剖面重新形成连续的觅食蚁路时开始计数。调查时,用大型遮阳伞遮盖剖面,避免试验剖面受阳光直射。计数时,先启动倒计时器 PS-300A 记录时间,再用手按式计数器 HD-102 记录 1 min 内剖面上返回蚁巢的工

蚁数量。返巢工蚁中,爬行在蚁路中的腹部膨大、节间膜外露的工蚁被定为是“液态型觅食蚁”,头部衔有可见固态碎片食物的被定为是“固态型觅食蚁”,腹部既不膨大、又没衔有可见固态碎片的工蚁被认为是“防御型觅食蚁”。分别记录 5 min 内回巢工蚁中固态型、液态型和防御型工蚁数量。

在调查时间内,每天随机抽样 2 个蚁巢调查固态型、液态型和防御型觅食蚁的比例,连续调查 5 d。

1.2.2 红火蚁日觅食活动调查 在荒地中选取 3 个直径 20 cm、高 20 cm 的成熟蚁丘作为供试蚁巢。用 1.2.1 方法,先记录剖面参照点 1 min 内返巢觅食工蚁数量,再记录 5 min 内返巢工蚁 3 种类型工蚁的数量。夏季,从 06:00 开始,每 2 h 记录 1 次,18:00 结束,共取样 7 次。每个时间点依次记录 3 个蚁巢的观察值。秋季自 06:00 开始,每 2 h 记录 1 次,16:00 结束,共取样 6 次。在试验调查中,每 1 h 观察蚁道是否被觅食工蚁修复;若被修复,在原剖面用园艺铁铲清理被搬移来的土粒。

1.2.3 红火蚁觅食蚁的多态性测定 在蚁巢周围 3 m 范围内寻找蚁道出入口,按 1.2.1 方法铲出蚁道观察剖面,等蚂蚁重新形成连续队列后,用镊子(Bio-Quip, USA)采集觅食工蚁,将液态型、固态型和防御型的觅食蚁分别装于 3 个塑料盒(规格)中,盒壁涂有聚四氟乙烯乳液,以免红火蚁工蚁逃逸。采集时间为 09:00 至 11:00、15:00 至 17:00,持续采集 20 d。每天将采集并分类的蚂蚁置于 -20 °C 冰箱中保存,待测。

1.2.4 红火蚁觅食工蚁头壳宽度测量 从采集并分类的 3 种类型工蚁中分别取 400 头,然后测定其头壳宽度。在 Olympus SZ61 体视显微镜(Olympus, Japan)下,目镜放大倍数 10 ×、显微镜微调 2 ×,用直尺(mm)校对测微尺,重复 10 次,测微尺的每格为 (0.057 2 ± 0.001 8) mm。用解剖刀将觅食蚁的头部切下,置于载物台,记录头壳所对应测微尺的格数,计算实际长度。

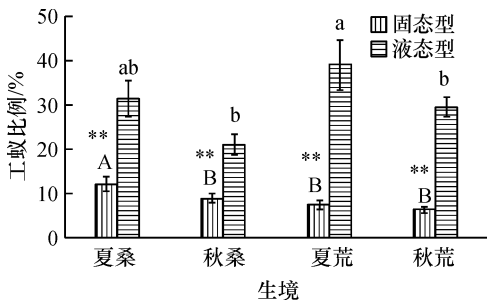
1.3 数据处理

利用 5 min 内经过剖面的固态型、液态型返巢觅食工蚁数,获得 1 min 2 种类型觅食工蚁的数值,此数值占 1 min 内穿过剖面的返巢工蚁总数的比例即为固态型、液态型觅食蚁的比例。用 DPS 7.05 软件对工蚁觅食季节动态和觅食日动态进行统计分析^[12]。

2 结果与分析

2.1 红火蚁工蚁觅食季节动态

2011年夏秋季,在桑园和荒地取样,调查得到红火蚁觅食蚁中液态型和固态型工蚁的比例(图1)。夏季桑园固体型觅食蚁的比例最大,显著高于秋季桑园、夏季荒地和秋季荒地中的($F = 5.66, P = 0.0028$),但后三者间没有显著性差异;夏季荒地的液态型觅食蚁比例最高,但秋季的桑园和荒地组合中的比例与夏季桑园的比例无显著差异。无论是在夏或秋季,还是在桑园或荒地中,固态型觅食蚁比例均极显著低于液态型觅食蚁的(夏季桑园和荒地: $t = 4.39, P = 0.0010, t = 5.56, P = 0.0003$;秋季桑园和荒地: $t = 4.79, P = 0.0004, t = 9.70, P = 0.0001$)。



$n = 10$ (随机抽样调查2个蚁巢,连续5d);图中同类柱上凡具有一个相同大、小写字母者表示同种类工蚁处理间差异不显著($P > 0.05$, Duncan's);“**”指4种组合处理中固态型与液态型工蚁比例差异达极显著($P < 0.01, t$ 检验)。

图1 夏、秋季2种生境中红火蚁工蚁摄取食物的偏好性
Fig. 1 Preference of foragers to solid- or liquid- food in mulberry orchard and barren land in summer or autumn

为了更好地地区分设计处理中生境与季节对摄取固态或液态食物工蚁数量的影响,对在生境和季节获得的取食固态和液态食物工蚁的比例进行互作的双因素方差分析。结果(表1)表明,生境与季节互作对觅食蚁选择食物的物态没有显著性影响($P = 0.3733, P = 0.9033$)。

表1 2种生境和季节红火蚁工蚁摄取食物的偏好性分析
Tab.1 Impacts of habitats and seasons on fire ant forager percentage for solid- or liquid- food using two-way ANOVA

食物类别	因素	df	F	$P^{1)}$
固态	生境	1	11.64	0.0016**
	季节	1	4.54	0.0400*
	生境 × 季节	1	0.81	0.3733
液态	生境	1	4.36	0.0439*
	季节	1	6.80	0.0132*
	生境 × 季节	1	0.01	0.9033

1)“*”、“**”分别表示摄取固态或液态食物的工蚁数量在生境或季节间有显著、极显著差异($P < 0.05, P < 0.01$, Duncan's法)。

统计结果表明,取食固态食物的工蚁比例在生境间和夏秋季间均存在极显著和显著差异($P = 0.0016, P = 0.0400$);取食液态食物的工蚁比例在生境间和夏秋季间均存在显著差异($P = 0.0439, P = 0.0132$)。

2.2 红火蚁觅食日动态

比较荒地夏秋季红火蚁觅食工蚁的液态型、固态型和防御型的比例。夏季1d内不同时间点的液态型觅食蚁比例为29.51%~46.01%,固态型觅食蚁的比例为7.30%~9.57%,此外防御型的为46.57%~63.20%。分析表明,在1d内不同时间点摄食液态或固态食物觅食蚁的比例无显著差异(液态食物: $F = 0.39, P = 0.8759$;固态食物: $F = 0.25, P = 0.9500$),前者的平均比例为(36.58 ± 8.74)%,极显著地高于后者的平均比例(8.03 ± 1.66)%($t = 6.41, P < 0.0001, n = 7$);秋季日间液态型觅食蚁的比例为32.38%~41.49%,而固态型觅食蚁的为5.94%~8.46%,防御型的为50.05%~61.67%。1d内不同时间点摄食液态或固态食物的觅食蚁比例也均无显著差异(液态食物: $F = 0.40, P = 0.8393$;固态食物: $F = 0.33, P = 0.8835$),摄食液态食物的觅食蚁平均比例为(37.60 ± 5.16)%,极显著高于搬运固态食物的平均比例(7.30 ± 1.71)%($t = 5.43, P = 0.0003, n = 6$)。说明夏季或秋季红火蚁的觅食蚁中,从事摄取液态食物的工蚁均比搬运固态食物的工蚁数量多,前者为后者的4.6~5.2倍。

2.3 红火蚁工蚁觅食偏好性及与多态性的关系

红火蚁固态型、液态型和防御型觅食蚁的头壳宽度均呈连续性分布(图2),正态性检验表明,3类觅食蚁大小分布均呈正偏态分布,其偏态系数分别为2.231、1.659、2.189。偏离系数绝对值越大,则偏离越严重。固态型工蚁偏度最大,其次是防御型的,最小的是液态型。在3类觅食工蚁中固态型、液态型和防御型的头壳平均宽度大小分布集中区域均为

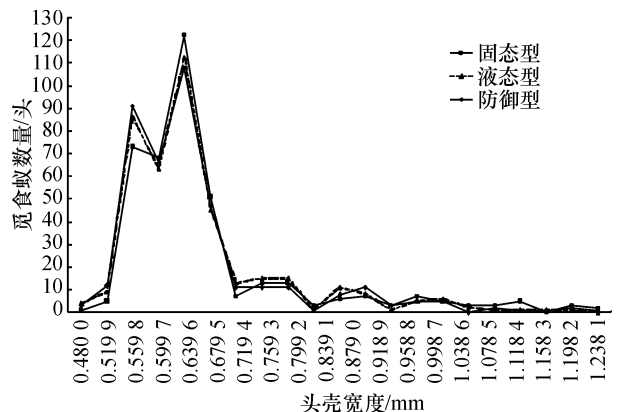


图2 红火蚁固态型、液态型和防御型的工蚁个体大小分布
Fig. 2 The polymorphism of three categories of fire ant foragers for solid food, liquid food and non-food

0.559 8 ~ 0.679 5 mm,属于中小型工蚁,其所集中区域占比例分别为78.5%、76.5%、78.0%,固态型、液态型和防御型的工蚁头壳平均宽度分别为(0.652 4 ± 0.007 1)、(0.636 1 ± 0.006 2)、(0.636 3 ± 0.006 4) mm,虽然固体觅食蚁的头壳宽度较其他2类的大,但差异不显著($F=2.02, P=0.1327$).

3 讨论与结论

本文调查了红火蚁在广州桑园和荒地的觅食活动,分析了生境和季节对红火蚁摄取食物种类的影响.其中,桑园和荒地及夏、秋季的调查表明,摄取固态或液态食物红火蚁工蚁数量在生境或季节间存在显著差异,但这种差异不受生境和季节的联合作用影响.

春秋季和日间的红火蚁觅食活动调查表明,摄食液态食物的工蚁数量较搬运固态食物的数量要多,约为期4~5倍.在红火蚁入侵的美国德克萨斯州,红火蚁与热带火蚁偏好液态食物,其摄食液态食物的工蚁数约为搬运固体碎片的5倍^[3,10].本研究结果证实了在新入侵地,红火蚁对液态食物的偏好性没有发生变化.有报道指出,红火蚁觅食蚁对人工混配的蛋白质诱饵的觅食偏好性显著高于对糖类和水分的偏好^[12],与本研究结果有些差异,推测这种差异可能是试验条件所致,本试验结果是在自然条件下观察并获得的红火蚁对自然界节肢动物食物或花蜜的摄食行为,而且在有诱饵条件下,固体诱饵可能含有觅食工蚁更喜好的液态物质.

在多态性较高的收获蚁种群中,工蚁个体多态性与食物颗粒大小存在密切关系,个体较大的收获蚁工蚁所取食的植物种子越大,而摄取的小型至大型植物种子的收获蚁工蚁均以中、小型所占的比例最高^[4].本研究表明,红火蚁的觅食固态型和液态型的个体分布呈偏正态,其中个体头壳宽度范围在0.559 8 ~ 0.679 6 mm之间的中、小型工蚁,占总类群的77.67%.虽然搬运固态食物的工蚁较摄食液体食物的工蚁的个体大,推测红火蚁个体大的觅食蚁较多地参与搬运固体食物,但尚不能明确较大的个体与食物颗粒大小有显著相关性.本试验还发现,在回巢工蚁中有46.57%~63.20%的防御型工蚁,其可能是负责巡逻防御、修复蚁道等职责^[13-14].本文只研究了在新入侵地广州2种生境中红火蚁的觅食行为,分析了其工蚁多态性与摄食食物种类的关系,而华南地区其入侵区域范围大,生境多样化程度高,可能需要在更广泛的地点或更多的生境中开展类似研究,获得更丰富的数据,从而为国内红火蚁防控剂

- 饵剂的研制与开发提供科学依据.

参考文献:

- [1] 曾玲,陆永跃,何晓芳,等. 入侵中国大陆的红火蚁的鉴定及发生为害调查[J]. 昆虫知识, 2005, 42(2): 144-148.
- [2] HOWARD D F, TSCHINKEL W R. The effect of colony size and starvation on food flow in the fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) [J]. Behav Ecol Sociobiol, 1980, 7(4): 293-300.
- [3] TENNANT L E, PORTER S D. Comparison of diets of two fire ant species (Hymenoptera: Formicidae): Solid and liquid components [J]. J Entomol Sci, 1991, 26(4): 450-465.
- [4] VOGT J T, GRANTHAM R A, SMITH W A, et al. Prey of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in Oklahoma Peanuts [J]. Environ Entomol, 2001, 30(1): 123-128.
- [5] HÖLLDOBLER B, WILSON E O. The ants [M]. Berlin: Springer, 1998.
- [6] HEREDIA A, DETRAIN C. Influence of seed size and seed nature on recruitment in the polymorphic harvester ant *Messor barbarus* [J]. Behav Process, 2005, 70(3): 289-300.
- [7] HOOPER L M, APPEL A G, RUST M K. Preference of food particle size among several urban ant species [J]. J Econ Entomol, 2002, 95(6): 1222-1228.
- [8] 许益鏊,陆永跃,曾玲,等. 华南地区典型生境中红火蚁觅食行为及工蚁召集规律[J]. 生态学报, 2007, 27(3): 855-861.
- [9] 张波,吕利华,陈健,等. 华南地区桑园和荒地生境内红火蚁食物组成研究[J]. 广东农业科学, 2012, 39(9): 83-86.
- [10] TSCHINKEL W R. Colony growth and the ontogeny of worker polymorphism in the fire ant, *Solenopsis invicta* [J]. Behav Ecol Sociobiol, 1988, 22(2): 103-115.
- [11] 陆永跃,梁广文,曾玲. 华南地区红火蚁局域和长距离扩散规律研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(4): 1053-1063.
- [12] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其DPS数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [13] STRINGER L D, SUCKLING D M. Sampling efficacy for the red imported fire ant *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) [J]. Environ Entomol, 2011, 40(5): 1276-1284.
- [14] ROGERS L E. Foraging activity of the western harvester ant in the shortgrass plains ecosystem [J]. Environ Entomol, 1974, 3(3): 420-424.

【责任编辑 霍欢】