



汪岚峰, 李晓媚, 毛磊, 刘迪, 柴振杰, 冶晓莉, 林伟强, 梁梓豪, 王偲, 杜澄举. 不同油脂和抗氧化剂对红火蚁饵料搬运行为的影响 [J]. 环境昆虫学报, 2025, 47 (1): 151-158. WANG Lan-Feng, LI Xiao-Mei, MAO Lei, LIU Di, CHAI Zhen-Jie, YE Xiao-Li, LIN Wei-Qiang, LIANG Zi-Hao, WANG Cai, DU Cheng-Ju. Effects of different kinds of oils and antioxidants on the bait-transport behavior of *Solenopsis invicta* [J]. Journal of Environmental Entomology, 2025, 47 (1): 151-158.

不同油脂和抗氧化剂对红火蚁饵料搬运行为的影响

汪岚峰^{1*}, 李晓媚^{2*}, 毛磊¹, 刘迪¹, 柴振杰², 冶晓莉², 林伟强²,
梁梓豪¹, 王偲^{2**}, 杜澄举^{2**}

(1. 广州广检建设工程检测中心有限公司, 广州 510699; 2. 华南农业大学林学与风景园林学院, 广州 510642)

摘要: 红火蚁 *Solenopsis invicta* 是重要的卫生和农林害虫。饵剂法是防治红火蚁的主要方法。红火蚁饵剂一般由杀虫剂、载体和油脂 3 部分组成。此前的研究表明杀虫剂的种类和浓度及载体的尺寸和颜色对红火蚁的饵料搬运行为具有显著影响, 然而较少有研究关注油脂及其添加剂对红火蚁觅食的影响。本研究在野外比较了不同油脂抗氧化剂 (丁基羟基茴香醚、二丁基羟基甲苯、叔丁基对苯二酚和没食子酸丙酯) 和油脂 (大豆油、玉米油、椰子油、棕榈油、花生油、黄油和猪油) 对饵料搬运的影响。结果表明添加抗氧化剂对饵料搬运无显著影响。此外, 红火蚁搬运的玉米油饵料最多 (0.73 ± 0.16 g), 显著高于椰子油饵料的搬运量 (0.08 ± 0.03 g)。在实验室进一步观察红火蚁对玉米油和椰子油饵料的搬运行为, 红火蚁对两者的搜寻时间无显著差异, 但玉米油饵料的首次搬运时间更早, 饵料搬运量更高, 搬运速度也更快。本研究为优化红火蚁饵剂提供了依据。

关键词: 红火蚁; 饵料; 油脂; 抗氧化剂; 觅食行为; 搬运效率

中图分类号: Q968.1

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2025) 01-0151-08

Effects of different kinds of oils and antioxidants on the bait-transport behavior of *Solenopsis invicta*

WANG Lan-Feng^{1*}, LI Xiao-Mei^{2*}, MAO Lei¹, LIU Di¹, CHAI Zhen-Jie², YE Xiao-Li², LIN Wei-Qiang², LIANG Zi-Hao¹, WANG Cai^{2**}, DU Cheng-Ju^{2**} (1. Guangzhou Guangjian Construction Engineering Testing Center Co., Ltd., Guangzhou 510699, China; 2. College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The red imported fire ant, *Solenopsis invicta*, is a significant health, agricultural and forest pest. Baiting is one of the main methods to control *S. invicta*. The fire ant bait is usually composed of three compounds, which are active ingredient (pesticide), carrier and oil. Previous studies showed that the type and concentration of pesticides, as well as size and color of carrier, significantly affected bait transport by *S. invicta*. However, few studies focused on the potential impact of kinds of oil on the foraging behavior of *S. invicta*. In this study, we conducted field studies to evaluate the effect of different liposoluble antioxidants (butylated hydroxyanisole, butylated hydroxytoluene, tert-butylhydroquinone, or propyl gallate) and oil (soybean oil, corn oil, coconut oil, palm oil, peanut oil, butter, or lard) on bait transport under field

基金项目: 广州广检建设工程检测中心有限公司技术开发项目 (GJGJBG120231114)

*共同第一作者: 汪岚峰, 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为城市与林业有害生物防治, E-mail: 279321@qq.com; 李晓媚, 女, 硕士研究生, 主要研究方向为林业有害生物防治, E-mail: lixiaomei@stu.scau.edu.cn

**共同通讯作者 Author for correspondence: 王偲, 男, 博士, 教授, 主要研究方向为昆虫行为学与林业有害生物综合防治, E-mail: wangcai@scau.edu.cn; 杜澄举, 男, 博士研究生, 主要研究方向为城市与林业有害生物综合防治, E-mail: 463957526@qq.com

收稿日期 Received: 2024-11-08; 修回日期 Revision received: 2024-11-20; 接受日期 Accepted: 2024-11-21

conditions. Results showed that adding antioxidants did not significantly affect bait transport. In addition, *S. invicta* transported significantly more corn-oil bait (0.73 ± 0.16 g) than that of coconut-oil bait (0.08 ± 0.03 g). We then conducted a laboratory experiment to compare the searching and transport behavior of *S. invicta* in response to bait containing corn or coconut oil. There was no significant difference in search duration between the two kinds of oils. However, the first particle of corn-oil bait was transported earlier than that of coconut-oil bait. Also, the transport amount was larger and the transport speed was higher. Our study provides insight for improving *S. invicta* bait.

Key words: *Solenopsis invicta*; bait; oil; antioxidant; foraging behavior; transport efficiency

红火蚁 *Solenopsis invicta* 是全球分布的重要害虫, 对居民健康、农林作物和生态环境造成巨大威胁和破坏 (杜澄举等, 2023; 王偲等, 2024)。目前, 红火蚁已入侵我国 13 个省的 673 个县区 (农业农村部办公厅, 2024), 且仍有继续扩散的趋势 (王磊等, 2022; 王晓亮等, 2022)。饵剂法 (Baiting) 是防控红火蚁的主要方法, 具有操作方便、方式灵活、防效持久等优点 (杨欣亚等, 2024)。与蚁巢处理 (Mound treatment) 相比, 饵剂法无需找到蚁巢并逐一施药, 既可在小范围内人工撒播, 也可以使用无人机等机械对红火蚁进行大范围的防治 (Li and Cui, 2023)。近年来, 集合饵剂法和蚁巢处理的两步法也在全国大范围推广, 取得了很好的防治效果 (龚磊等, 2021)。

红火蚁饵剂主要由三部分组成, 即红火蚁喜食的油脂 (如大豆油、花生油、动物油等)、溶于油脂中的活性成分 (茚虫威、阿维菌素等杀虫剂) 与易吸油的载体 (脱脂玉米碎、膨化玉米粒和玉米芯颗粒等) (张强等, 2007; Kafle *et al.*, 2010; Neff *et al.*, 2011; 赵旭等, 2022)。理论上, 红火蚁搬运的饵剂量越大, 取食的活性成分越多, 防治效果越好。反之, 如红火蚁不喜某种饵剂 (或成分), 则会导致只有部分饵剂被蚁群搬运取食, 造成浪费并降低防治效果 (Du *et al.*, 2023)。此外, 饵剂长时间储存后, 油脂可能氧化变质, 降低红火蚁的取食意愿, 而在饵剂中添加抗氧化剂则有望延长其储存时间。本研究旨在: (1) 测试常用的油脂抗氧化剂 (丁基羟基茴香醚、二丁基羟基甲苯、叔丁基对苯二酚和没食子酸丙酯) 对红火蚁的饵料搬运行为是否存在负面影响; (2) 从常用油脂 (大豆油、玉米油、椰子油、棕榈油、花生油、黄油和猪油) 中筛选红火蚁喜好 (建议使用) 和讨厌 (避免选用) 的种类。

1 材料与方法

1.1 饵料制作

将玉米芯粒 (夏津县圣脉农业开发有限公司, 德州, 中国) 平铺于不锈钢托盘中, 在 60°C 条件下烘干 24 h 至恒重。然后, 使用高速粉碎机进行粉碎, 并使用 0.9 mm 和 2 mm 筛网收集粒径在 0.9~2 mm 范围内的玉米芯粒备用。文中 1.2 方法选用了 4 种常用于添加到植物油中的合成抗氧化剂: 丁基羟基茴香醚 (BHA)、二丁基羟基甲苯 (BHT)、叔丁基对苯二酚 (TBHQ) 和没食子酸丙酯 (PG) (中国食品添加剂和配料协会, 1996; Aluyor and Ori-Jesu, 2008), 均购自上海麦克林生化科技股份有限公司 (上海, 中国), 纯度均为 98%。将这些抗氧化剂溶于大豆油中 (Neff *et al.*, 2011), 与玉米芯混合后配制成饵料。Xu 等 (2015) 报道, 油脂中合成抗氧化剂的最大添加量为 0.01%, 因此各抗氧化剂在大豆油中的浓度统一设置为 0.01%。具体而言, 称取 0.0030 g BHA 与 29.9970 g 大豆油 (试剂级, 上海麦克林生化科技股份有限公司, 上海, 中国) 一同置于 50 mL 离心管中, 在 65°C 水浴锅内加热 4 h 使 BHA 完全溶解, 配成 BHA 浓度 0.01% 大豆油溶液。随后, 称取 60 g 玉米芯粒放入密封袋, 并滴加 17 g 含 0.01% BHA 的大豆油溶液, 并充分摇匀使玉米芯粒完全吸附油分, 最终制得含油量为 22% 饵料 (此时玉米芯粒达到 100% 饱和含油度)。使用相同方法制得含 BHT、TBHQ 和 PG 的大豆油饵料, 对照为不添加抗氧化剂的大豆油饵料。按 1.3 和 1.4 方法选用了 7 种常用油脂 (食品级) 与玉米芯配制成饵料。由于大豆油、玉米油、椰子油、棕榈油和花生油常温下为液体, 将 17 g 油与 60 g 玉米芯粒均匀混合后制成含油量为 22% 玉米芯饵料。由于黄油和猪油为固体, 将其切成

小块后置于 50 mL 烧杯中, 在 50°C 水浴锅内加热 10 min 完全熔化后, 将 17 g 油脂与 60 g 玉米芯粒均

匀混合后制成含油量为 22% 玉米芯饵料, 所有饵料制作完成后均置于 4°C 冰箱保存。

表 1 试验使用的油脂基本信息

Table 1 Basic information of oils used in the present study

油脂种类 Type of oil	生产商 Manufacturer	单价 Unit Price
大豆油 Soybean oil	益海(广州)粮油工业有限公司, 广州, 中国 Yihai (Guangzhou) Grains & Oils Industries Co., Ltd., Guangzhou, China	12.58 CNY/L
玉米油 Corn oil	上海嘉里食品工业有限公司, 上海, 中国 Shanghai Kerry Food Industries Co., Ltd., Shanghai, China	16.56 CNY/L
椰子油 Coconut oil	海南文昌椰友润食品有限公司, 文昌, 中国 Hainan Wenchang Yeyourun Food Co., Ltd., Wenchang, China	39.60 CNY/L
棕榈油 Palm oil	邓州市家家福油脂有限公司, 邓州, 中国 Dengzhou Jiajiafu Oils Co., Ltd., Dengzhou, China	35.60 CNY/L
花生油 Peanut oil	益海(石家庄)粮油工业有限公司, 石家庄, 中国 Yihai (Shijiazhuang) Grains & Oils Industries Co., Ltd., Shijiazhuang, China	29.75 CNY/L
黄油 Butter	恒天然合作社集团有限公司, 奥克兰, 新西兰 Fonterra Co-operative Group Ltd., Auckland, New Zealand	282.86 CNY/kg
猪油 Lard	漯河双汇食用油科技有限公司, 漯河, 中国 Luohe Shuanghui Edible Oils Technology Co., Ltd., Luohe, China	26.00 CNY/kg

1.2 红火蚁对添加不同抗氧化剂饵料的搬运 (野外多选择试验)

为研究在饵料中添加不同抗氧化剂是否影响红火蚁的搬运行为, 参照并调整了 Du 等 (2023) 的方法, 使用含 BHA、BHT、TBHQ 和 PG 的饵料以及未添加抗氧化剂的饵料作为对照开展野外多选择试验 (图 1-A)。试验地点为广东省肇庆市高要区回龙镇 (22.959284°N, 112.675900°E), 该地红火蚁重度发生 (活蚁巢数量 > 150 个/ha)。野外试验于 2024 年 10 月开展, 试验当日天气晴朗, 期间温度为 28°C~31°C, 相对湿度为 60%~70%。在试验前 24 h 从冰箱中取出饵料, 待其恢复至室温后, 称取 6 ± 0.05 g 饵料于 50 mL 离心管底部。试验时, 将装有不同饵料的饵料投放管按照随机顺序环绕蚁巢放置, 管口朝向蚁巢方向, 管口距蚁巢 10 cm, 相邻两个饵料投放管管口相距 6 cm。共选取 12 个蚁巢进行试验 (12 个重复), 各蚁巢间距离 > 3 m。试验持续 2.5 h 后, 回收所有饵料投放管并立即密封, 带回实验室在 -20°C 条件下冷冻, 使管内红火蚁全部死亡。统计前将投放管取出并恢复至室温, 随后统计每管中剩余饵料质量及红火蚁数量。最后, 计算饵料搬运量 (试验前投

放管内饵料质量-试验后投放管内饵料质量) 和油搬运量 (饵料搬运量 × 22%), 同时计算红火蚁相对数量 (诱饵管中红火蚁数量/试验后投放管内饵料质量)。

1.3 红火蚁对含不同油脂饵料的搬运 (野外多选择试验)

为探究红火蚁对含不同油脂饵料的搬运偏好, 按照第 1.2 节相同的方法, 使用 7 种油脂 (大豆油、玉米油、椰子油、棕榈油、花生油、黄油和猪油) 制成的饵料开展多选择试验。共选取 12 个蚁巢进行试验 (12 个重复), 试验持续 2.5 h。

1.4 红火蚁对玉米油和椰子油饵料的搬运行为 (室内双选择试验)

基于第 1.3 节和第 2.2 节的结果, 从 7 种油脂中选取了搬运量最高 (玉米油) 和最低 (椰子油) 的饵料, 以进一步比较红火蚁对这两种油脂制作的饵料偏好差异与搬运行为。参照并调整 Du 等 (2023) 的方法开展室内双选择试验 (图 1-B)。试验所用红火蚁采集于广东省肇庆市高要区回龙镇, 具体过程为: 首先, 准备一个 60 L 塑料箱并在其内壁均匀涂抹含 3% 乙醇的滑石粉, 以防红火蚁逃逸。然后, 在野外使用铁锹挖取包含卵、幼虫、

蛹及成虫的蚁巢土，迅速转移至塑料箱，2 h 内带回实验室，并参照 Chen (2007) 的方法将蚁群与土壤分离。从分离的蚁群中挑取 1 头蚁后、 5 ± 0.1 g 工蚁以及 0.5 ± 0.01 g 卵/蛹/幼虫转入试验箱 ($50 \text{ cm} \times 35 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$)。于试验箱中心位置放置一个由塑料培养皿 (直径 9 cm) 和牙科石膏粉制成的人工蚁巢供蚁群居住，并在人工蚁巢上放置黑色遮光塑料片。试验条件为温度 $26^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $60\% \pm 10\%$ 、光周期 14 L: 10 D。放入水、20% 蜂蜜水和冷冻蟋蟀作为食物，并让蚁群在试验箱中适应超过 3 d。试验开始前 1 d，停止供应蜂蜜水和冷冻蟋蟀，以提高蚁群的觅食积极性。试验开始时，将 1 张中心裁有圆孔 (直径 9.5 cm) 的黑色卡纸铺入箱中，以减少原装置底部可能残留的信息素或食物气味对觅食行为的干扰。随后，分别称取 200 ± 10 mg 玉米油和椰子油饵料，置于两张塑料方格纸 ($5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$) 中央，并将方格纸随机放置在人工蚁巢两侧，方格纸边缘与人工蚁巢边缘相距 5 cm，与箱壁相距 15 cm。共选取 15 个蚁巢进行试验 (15 个重复)，每次试验持续 2 h，期间使用摄像机记录，并统计和计算以下指标：(1) 搜寻饵料的时间 (从试验开始到第一头蚂蚁用身体接触到饵料的时间)；(2) 搬运第一颗饵料颗粒的时间 (从第一头蚂蚁搜索到饵料至第一颗饵料颗粒被运离方格纸的时间，如果试验结束时未有任何饵料被运离方格纸，则为从第一头蚂蚁搜索到饵料至试验结束的时间)；(3) 搬运饵料的总时间 (从第一头蚂蚁搜索到饵料到所有饵料被运离方格纸的时间，如果试验结束时饵料未被全部运离方格纸，则为从第一头蚂蚁搜索到饵料至试验结束的时间)；(4) 饵料搬运量 (试验开始时饵料重量-试验结束时饵料重量)；(5) 饵料搬运速度 (饵料搬运量/搬运饵料的总时间)。

1.5 数据分析

在多选题试验中，使用 Shapiro-Wilk 检验进行正态性检验，若数据符合正态分布，使用单因素方差分析 (One-way ANOVA) 进行分析，然后使用 Tukey's HSD 检验进行多重比较。否则，使用 Kruskal-Wallis 检验进行分析，然后使用 Dwass-Steel-Critchlow-Fligner 检验进行多重比较。在双选择试验中，使用 Shapiro-Wilk 检验对两组数据间的差值进行正态性检验，若符合正态分布，使用配对 t 检验 (Paired t-test) 进行数据分析。否则，使用 Wilcoxon 符号秩检验 (Wilcoxon signed-rank test)

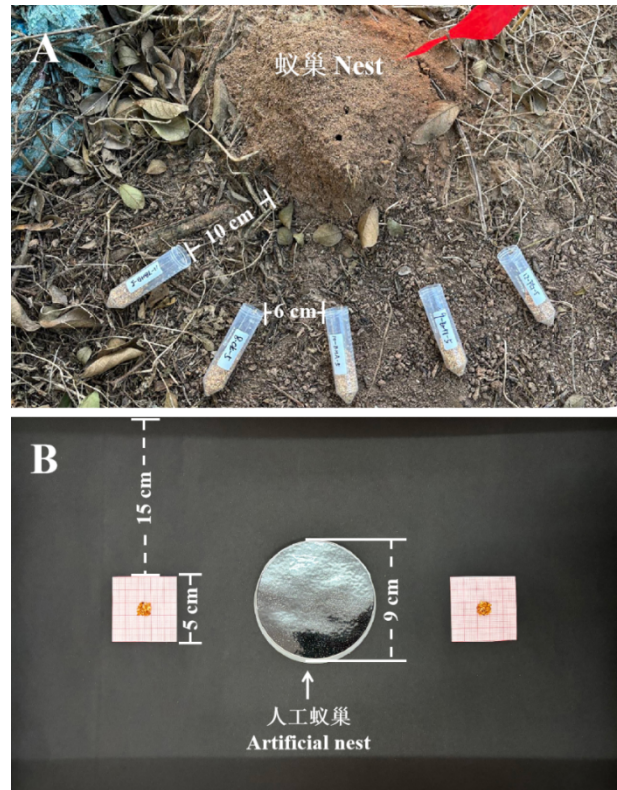


图 1 野外多选题试验 (A) 和室内双选择试验 (B) 示意图
Fig. 1 Schematic diagram of field multiple-choice test (A) and laboratory two-choice test (B)

进行数据分析。使用 SAS 9.4 统计软件 (SAS Institute, Cary, NC) 进行数据分析 (显著性水平为 $\alpha = 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 红火蚁对添加不同抗氧化剂饵料的搬运 (野外多选题试验)

红火蚁对添加 BHA、BHT、TBHQ 和 PG 饵料及不含抗氧化剂的饵料的搬运量 (图 2-A)、油搬运量 (图 2-B) 和饵料投放管内红火蚁相对数量 (图 2-C) 均无显著差异 ($P > 0.05$)。

2.2 红火蚁对含不同油脂饵料的搬运 (野外多选题试验)

红火蚁对玉米油、花生油、猪油、黄油、大豆油和棕榈油饵料的搬运量无显著差异 ($P > 0.05$; 图 3-A)，但玉米油、花生油、猪油和黄油饵料的搬运量显著高于椰子油饵料 ($P < 0.05$)。红火蚁对玉米油、花生油、猪油、黄油、大豆油和棕榈油饵料的油搬运量无显著差异 ($P > 0.05$; 图 3-B)，但玉米油、花生油、猪油、黄油和大豆油饵料的

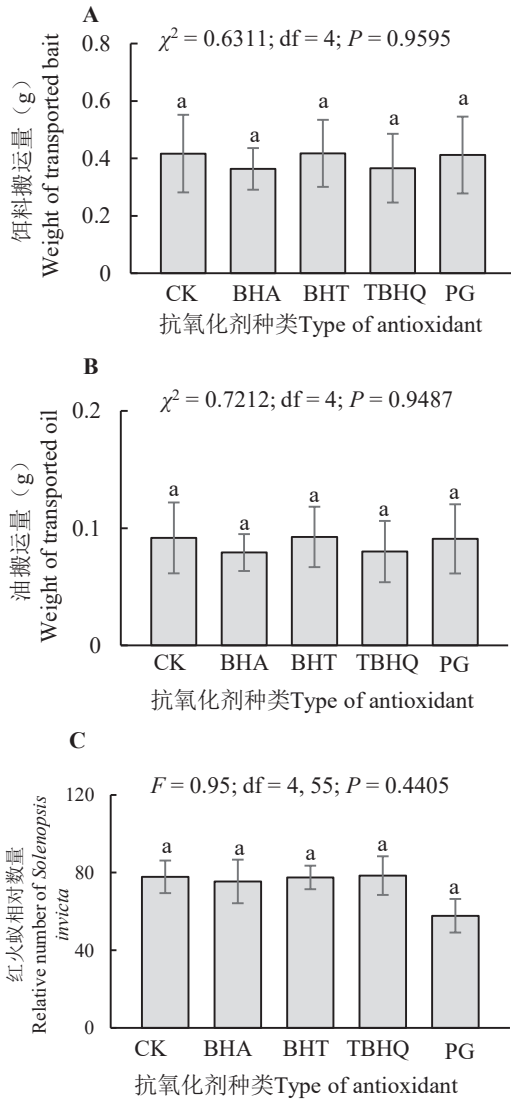


图2 红火蚁对含不同抗氧化剂饵料及对照饵料 (CK) 的搬运量 (A)、油搬运量 (B) 及投放管中红火蚁的相对数量 (C)
Fig. 2 Weight of transported bait (A), weight of transported oil (B), and relative number of *Solenopsis invicta* (C) in response to bait containing different antioxidants and control bait (CK)
注：每个多选择试验重复 12 次。数据由平均值 \pm 标准误 (mean \pm SE) 表示。相同字母表示差异不显著 ($P > 0.05$)。图 3 同。Note: Each multiple-choice test was repeated 12 times. Data are expressed as mean \pm SE. The same letters above the bars indicated no significant differences ($P > 0.05$). Same to Fig. 3.

油搬运量显著高于椰子油饵料 ($P < 0.05$)。花生油饵料投放管内的红火蚁相对数量最高，但与玉米油和棕榈油饵料无显著差异 ($P > 0.05$; 图 3-C)，椰子油饵料投放管内的红火蚁相对数量最少，显著低于玉米油和花生油饵料投放管 ($P < 0.05$)。

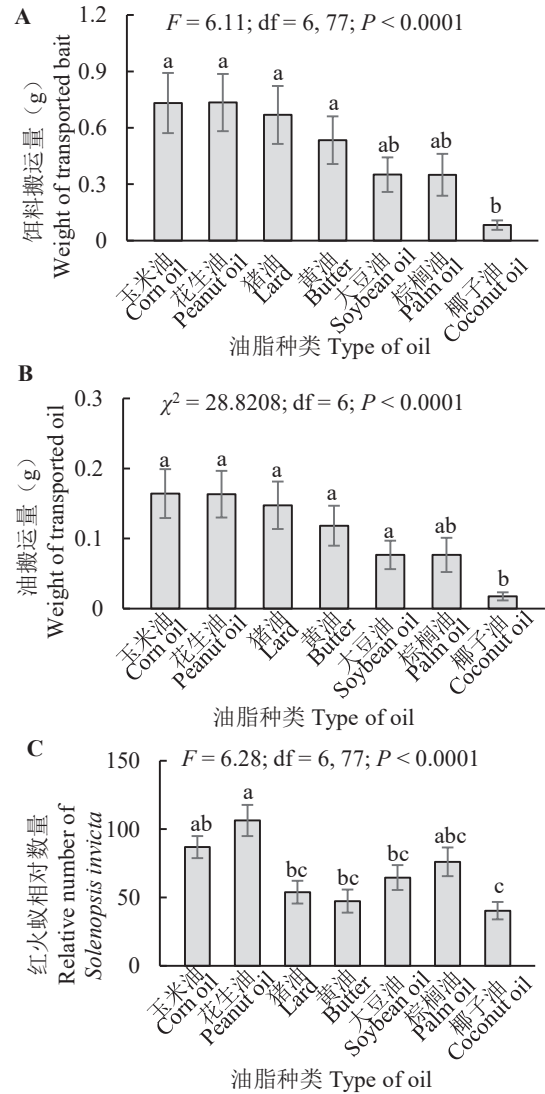


图3 红火蚁对含不同油脂饵料的搬运量 (A)、油搬运量 (B) 及投放管中红火蚁的相对数量 (C)
Fig. 3 Weight of transported bait (A), weight of transported oil (B), and relative number of *Solenopsis invicta* (C) in response to bait containing different oils

2.3 红火蚁对玉米油和椰子油饵料的搬运行为 (室内双选择试验)

试验结果显示，红火蚁搜寻玉米油与椰子油饵料所消耗的时间无显著差异 (图 4-A, $P > 0.05$)。与椰子油饵料相比，玉米油饵料的首次搬运时间显著更早 ($P < 0.05$; 图 4-B)，搬运总时间更短 ($P < 0.05$; 图 4-C)，饵料搬运量更高 ($P < 0.05$; 图 4-D)，饵料搬运速度也更快 ($P < 0.05$; 图 4-E)。

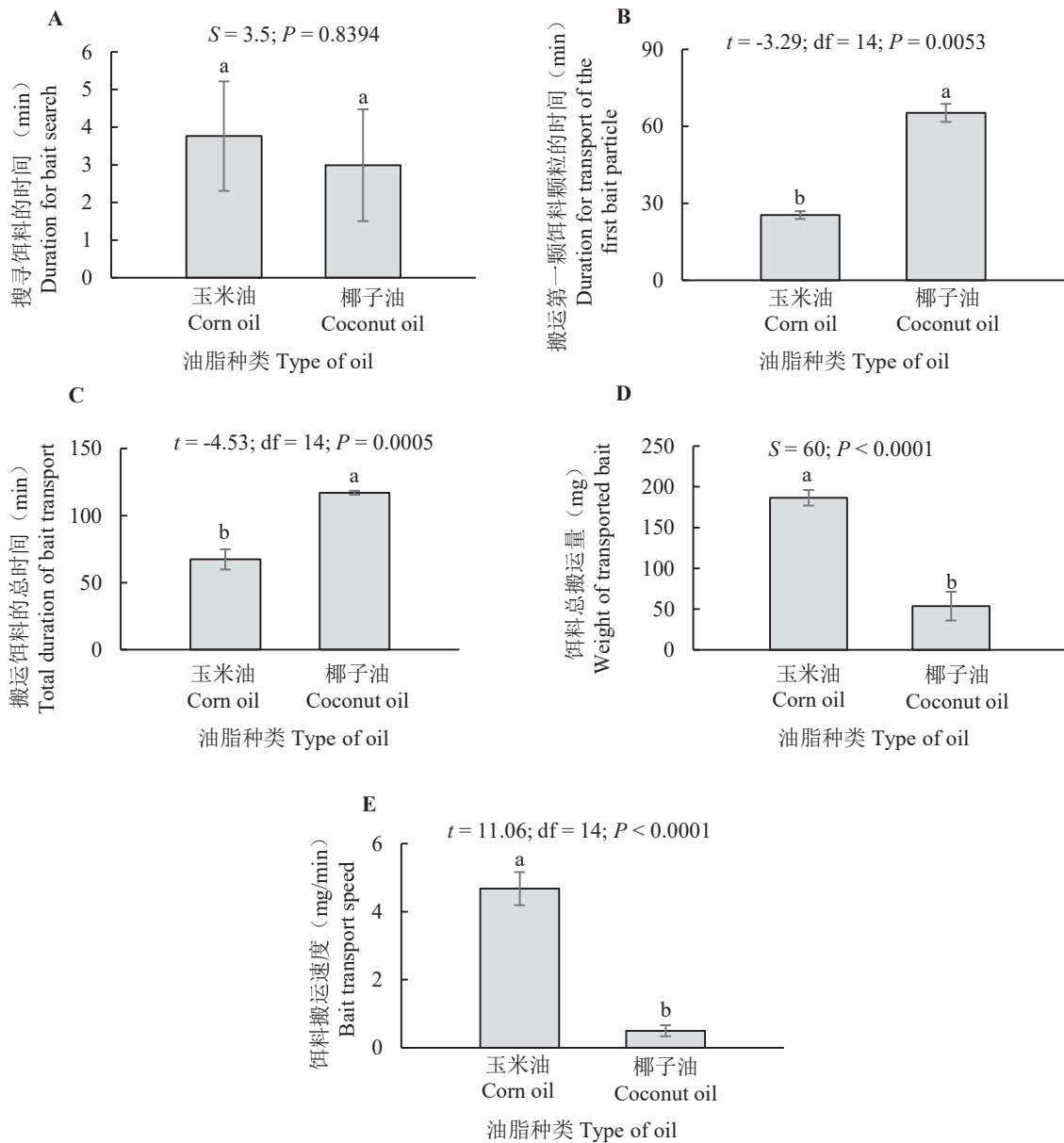


图4 红火蚁对玉米油与椰子油饵料的搜寻时间 (A)、搬运第一颗饵料颗粒的时间 (B)、搬运饵料的总时间 (C)、饵料总搬运量 (D) 和饵料搬运速度 (E)

Fig. 4 Duration for bait search (A), duration for transport of the first bait particle (B), total duration of bait transport (C), weight of transported bait (D), and bait transport speed (E) of *Solenopsis invicta* in response to corn-oil and coconut-oil bait

注: 每个双选择试验重复 15 次。数据由平均值±标准误 (mean ± SE) 表示。不同字母表示存在显著性差异 ($P < 0.05$)。Note: Each two-choice test was repeated 15 times. Bars represent mean ± SE. Different letters above the bars indicated significant differences ($P < 0.05$).

3 结论与讨论

本研究表明 4 种油脂抗氧化剂对红火蚁饵料搬运 (饵料搬运量、油搬运量和红火蚁相对数量) 均无显著影响。此外, 红火蚁对大豆油、玉米油、棕榈油、花生油、黄油和猪油饵料的搬运量无显

著差异, 其中玉米油饵料的搬运量最大, 但不喜搬运椰子油饵料, 应避免使用椰子油制作红火蚁饵料。

此前的研究表明饵剂中杀虫剂的种类和浓度, 以及载体的物理参数都对红火蚁的搬运行为有显著影响 (杨欣亚等, 2024)。如 Du 等 (2023) 报

道红火蚁对含0.0125%氟虫腈饵剂的搬运量显著低于对照饵剂和含0.0001%氟虫腈的饵剂,表明高浓度氟虫腈对红火蚁具有驱避作用。然而,在0.0005%~0.0625%浓度范围内,红火蚁对茛蛄威饵剂的搬运量与对照饵剂无显著差异。Qin等(2019)报道在地面上,红火蚁对1~4 mm粒径范围内的食物颗粒的搬运量差异不显著,但对较小(0.45~1 mm)食物颗粒的搬运量显著小于粒径为2~3 mm的食物颗粒。然而,大部分的商业化红火蚁饵剂粒径都在1~2 mm之间(Hooper-Bùi *et al.*, 2002),因此本研究使用了相似的粒径范围。Benson等(2003)报道沾染香烟烟雾或汽油气味的饵剂减少了红火蚁的搬运量。此外,红火蚁对黑色和紫色饵剂的搬运量低于红、橙、黄、绿、蓝色的饵剂(李磊等, 2022)。然而,很少有研究关注油脂及其添加剂对红火蚁饵剂搬运的影响。

Qin等(2017)比较了6种食品防腐剂对红火蚁觅食行为的影响,发现浸泡脱氢醋酸钠溶液(2 000~10 000 ppm)的食物对红火蚁具有显著的驱避作用。本研究发现4种常用油脂抗氧化剂对红火蚁饵料搬运无显著影响,表明可将这些抗氧化剂作为辅料添加至红火蚁饵剂中,延长饵剂的储存时间。此外,红火蚁对大豆油、玉米油、棕榈油、花生油、猪油和黄油饵料的搬运量无显著差异。考虑到成本因素,本研究建议使用市场价格相对较低的大豆油和玉米油为制作红火蚁饵剂的主要油脂原料。红火蚁对椰子油饵料的搬运量最低,应避免使用椰子油制作红火蚁饵剂。

通过在实验室比较玉米油和椰子油饵料,发现红火蚁对两种饵料的搜寻时间无显著差异,但红火蚁花费更多时间将第一粒椰子油饵料搬运出方格纸。在2 h内,红火蚁对椰子油饵料的搬运量也显著低于玉米油饵料。在一些重复中,红火蚁甚至始终未搬运任何椰子油饵料。这说明椰子油的挥发性气味可能对红火蚁无驱避作用(搜寻时间相似),但可能通过味觉(搬运时的口器接触)抑制红火蚁的觅食行为。椰子油的主要成分为月桂酸等饱和脂肪酸(Dayrit, 2015; Lima *et al.*, 2019),而玉米油则富含不饱和脂肪酸(Strocchi, 1982)。红火蚁对饱和脂肪酸的兴趣可能低于不饱和脂肪酸,值得进一步研究。Khadempour等(2021)的研究也显示,切叶蚁 *Atta* spp. 对脂肪酸的种类高度敏感,不同结构的脂肪酸可导致截然

不同的取食或排斥行为。此外, Du等(2021)从依兰油(Ylang ylang oil)中成功筛选出了驱避红火蚁的组分,使用相同的方法,有望进一步探索椰子油中驱避红火蚁的组分,以减少红火蚁对农作物和人类食物的取食。

参考文献 (References)

- Ali A, Reagan T. Comparison of baits for monitoring foraging activity of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1986, 79 (5): 1404-1405.
- Aluyor EO, Ori-Jesu M. The use of antioxidants in vegetable oils - a review [J]. *African Journal of Biotechnology*, 2008, 7 (25): 4836-4842.
- Benson EP, Zungoli PA, Riley MB. Effects of contaminants on bait acceptance by *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2003, 96 (1): 94-97.
- Chen J. Advancement on techniques for the separation and maintenance of the red imported fire ant colonies [J]. *Insect Science*, 2007, 14 (1): 1-4.
- China Food Additives & Ingredients Association. Handbook of Food Additives [M]. Beijing: China Light Industry Press, 1996. [中国食品添加剂和配料协会. 食品添加剂手册 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996]
- Dayrit FM. The properties of lauric acid and their significance in coconut oil [J]. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2015, 92: 1-15.
- Du CJ, Lyu HL, Wang L, *et al.* Foraging behaviors of red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in response to bait containing different concentrations of fipronil, abamectin, or indoxacarb [J]. *Insects*, 2023, 14 (11): 852.
- Du CJ, Wang L, Lu YY, *et al.* Research advances in occurrence characteristics and monitoring and control strategies of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) in forests, grasslands, wetlands and urban green spaces [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2023, 66 (8): 1128-1138. [杜澄举, 王磊, 陆永跃, 等. 林草湿地与城市绿地红火蚁发生特点与监测防控研究进展 [J]. 昆虫学报, 2023, 66 (8): 1128-1138]
- Du YZ, Zhou AM, Chen J. Olfactory and behavioral responses of red imported fire ants, *Solenopsis invicta*, to ylang ylang oil and its components [J]. *Journal of Pest Science*, 2021, 94: 1031-1044.
- Gong L, Yao YH, Luo Y, *et al.* Practices and implications of epidemic situation monitoring and eradication prevention of red imported fire ants [J]. *China Plant Protection*, 2021, 41 (5): 91-94. [龚磊, 姚艳红, 罗莹, 等. 长沙市红火蚁疫情监测及扑灭根除实践与启示 [J]. 中国植保导刊, 2021, 41 (5): 91-94]
- Hooper-Bùi LM, Appel AG, Rust MK. Preference of food particle size among several urban ant species [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2002, 95 (6): 1222-1228.
- Kafle L, Wu WJ, Shih CJ. A new fire ant (Hymenoptera: Formicidae)

- bait base carrier for moist conditions [J]. *Pest Management Science*, 2010, 66 (10): 1082–1088.
- Khadempour L, Kyle JE, Webb–Robertson BJM, *et al.* From plants to ants: Fungal modification of leaf lipids for nutrition and communication in the leaf–cutter ant fungal garden ecosystem [J]. *Msystems*, 2021, 6 (2): e01307–20.
- Li L, Xing ZH, Han DY, *et al.* Selective behavior and utilization of *Solenopsis invicta* workers to chromatic cues [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2022, 44 (6): 1452–1457. [李磊, 邢增华, 韩冬银, 等. 红火蚁工蚁对颜色信号的选择与利用 [J]. 环境昆虫学报, 2022, 44 (6): 1452–1457]
- Li S, Cui C. The effect of bait air broadcasting by unmanned aerial vehicles on the ant community diversity [J]. *Journal of Applied Entomology*, 2023, 147 (1): 55–62.
- Lima RDS, Block JM. Coconut oil: What do we really know about it so far? [J] *Food Quality and Safety*, 2019, 3 (2): 61–72.
- Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Notice from the general office of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs on issuing the "Directory of administrative regions for quarantine pests in national agricultural plants" [Z]. Gazette of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, 2024, 252 (9): 13–39. [农业农村部办公厅. 农业农村部办公厅关于印发《全国农业植物检疫性有害生物分布行政区名录》的通知 [Z]. 中华人民共和国农业农村部公报, 2024, 252 (9): 13–39]
- Neff R, Puckett RT, Gold RE. Particle size and bait preference of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera:Formicidae) [J]. *Sociobiology*, 2011, 58 (2): 473.
- Qin WQ, Lin SC, Chen X, *et al.* Food transport of red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) on vertical surfaces [J]. *Scientific Reports*, 2019, 9 (1): 3283.
- Qin WQ, Xiong HP, Wen YZ, *et al.* Laboratory and field evaluation of the repellency of six preservatives to red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) [J]. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 2017, 20 (2): 535–540.
- Stocchi A. Fatty acid composition and triglyceride structure of corn oil, hydrogenated corn oil, and corn oil margarine. *Journal of Food Science*, 1982, 47 (1): 36–39.
- Wang C, Zhu T, Yang XY, *et al.* Advances in red imported fire ant impacts on vertebrates [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2024, 44 (9): 3575–3585. [王惲, 朱婷, 杨欣亚, 等. 入侵红火蚁对脊椎动物的影响研究进展 [J]. 生态学报, 2024, 44 (9): 3575–3585]
- Wang L, Chen KW, Feng XD, *et al.* Long-term predication of red imported fire ant (*Solenopsis invicta* Buren) expansion in Chinese mainland [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2022, 44 (2): 339–344. [王磊, 陈科伟, 冯晓东, 等. 我国大陆红火蚁入侵扩张趋势长期预测 [J]. 环境昆虫学报, 2022, 44 (2): 339–344]
- Wang XL, Chen RR, Jiang P, *et al.* The invasion, management and measures of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren in China [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2022, 44 (6): 1351–1355. [王晓亮, 陈冉冉, 姜培, 等. 中国红火蚁入侵扩散、防控及对策 [J]. 环境昆虫学报, 2022, 44 (6): 1351–1355]
- Xu XQ, Liu AM, Hu SY, *et al.* Synthetic phenolic antioxidants: metabolism, hazards and mechanism of action [J]. *Food Chemistry*, 2021, 353: 129488.
- Yang XY, Wang LF, Mao L, *et al.* Foraging behavior of red imported fire ant and its application in fire ant control [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2024, 46 (4): 873–885. [杨欣亚, 汪岚峰, 毛磊, 等. 红火蚁觅食行为及其在防治中的应用 [J]. 环境昆虫学报, 2024, 46 (4): 873–885]
- Zhang Q, Zhang SH, Zhuang YL, *et al.* Screening of *Solenopsis invicta* quarantine bait [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2007, 1: 66–68. [张强, 张绍红, 庄永林, 等. 红火蚁检疫饵剂的筛选 [J]. 江苏农业科学, 2007, 1: 66–68]
- Zhao X, Ma ZW, Zhang YF, *et al.* Field efficacy of several pesticides against invasive insect red fire ant (*Solenopsis invicta* Buren) in Hainan [J]. *Journal of Hainan University* (Natural Science Edition), 2022, 40 (3): 243–250. [赵旭, 马泽文, 张云飞, 等. 几种农药对海南地区入侵害虫红火蚁的田间药效 [J]. 海南大学学报 (自然科学版), 2022, 40 (3): 243–250]