

不同温度对红火蚁工蚁迁移的影响

陈芳, 管云, 崔灿, 袁家龙, 李慎磊* (广州瑞丰生物科技有限公司, 广东广州 510530)

摘要 [目的]研究红火蚁对温度的偏好性。[方法]将红火蚁工蚁分别置于管内温度分别为10、14、18、22、30、33、35、38、40℃的玻璃管内,并将该玻璃管与管内温度为25℃的玻璃管相连,观察红火蚁工蚁在2个玻璃试管内的迁移情况。[结果]当处理试管内的温度超过25℃时,试管内的少量红火蚁开始迁移到温度25℃试管内;当处理试管内的温度超过38℃时,大多数红火蚁工蚁迁移至25℃试管内。在33、38和40℃温度下,迁移到25℃试管内红火蚁小型工蚁数量都显著多于大型工蚁。[结论]大型红火蚁的耐热能力显著高于小型工蚁。

关键词 红火蚁;温度;反应时间;迁移率

中图分类号 S186 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)07-0078-02

Effects of Different Temperatures on the Migration of *Solenopsis invicta* Workers

CHEN Fang, GUAN Yun, CUI Can et al (Guangzhou Ruifeng Biological Technology Co., Ltd, Guangzhou, Guangdong 510530)

Abstract [Objective] To study the temperature preference of *Solenopsis invicta*. [Method] The migration situations of *S. invicta* workers from a test tube at 10, 14, 18, 22, 30, 33, 35, 38, 40℃ to a control tube at 25℃ were observed. [Result] A few of worker ants migrated to control tube when temperature of test tube was over 25℃. Most of them migrated to control tube when temperature of test tube exceeded 38℃. When the temperature of test tube exceeded 33℃, the number of minor workers which migrated to the control tube at 25℃ was significantly higher than that of major workers. [Conclusion] The heat-resistant ability of major workers was significantly higher than that of minor workers.

Key words *Solenopsis invicta*; Temperature; Response time; Migration rate

温度在昆虫的生命活动中扮演着重要的角色^[1],不同发育阶段和性别的昆虫对温度有不同的偏好^[2]。温度可以影响阿根廷蚁(*Linepithema humile*)蚁后的产卵率以及卵、幼虫、蛹的发育时间和存活率^[3-4]。收获蚁(*Pogonomyrmex salinus*)会根据温度的变化来调节其幼体在蚁巢中的位置^[5]。红火蚁(*Solenopsis invicta*)对温度变化也非常敏感,其产卵率、幼体发育和觅食行为均与温度密切相关^[6-8]。Cokendolpher等^[2]研究表明当湿度为0时,红火蚁工蚁偏向于待在温度25.1℃区域内,而当湿度升至100%时红火蚁工蚁偏向于待在温度28.3℃区域内。Drees等^[7]研究发现红火蚁出巢觅食的最低温度和最高温度分别为10和50℃。目前的研究主要集中在红火蚁对极端高温的忍耐力和适应能力。笔者研究了不同大小红火蚁工蚁在面对不同环境温度时的反应时间和迁移率。

1 材料与方

1.1 试验昆虫 红火蚁采集于广州市天河区智慧城绿化草坪,按照Chen^[9]的方法进行采集。将采集的红火蚁群饲养于温度26℃、湿度60%~70%的实验室条件下,并提供水、10%(w/w)蔗糖水和黄粉虫幼虫。通过检测蚁群的GP-9基因,发现采集到的红火蚁为多蚁后型^[10]。

1.2 测试方法 测试装置由2个直径3.2cm、长10.0cm的玻璃管及直径0.9cm、长度6.0cm的硅胶管、2个温度计和2个湿度计组成,2个玻璃管由硅胶管相连(图1),温湿度计用于测量玻璃管内的温湿度。一个玻璃管置于低温恒温槽内(THCD-05,宁波天恒仪器厂),以便调节玻璃管内温度;另外一个玻璃管置于室温环境下,使其温度维持在25℃左右。

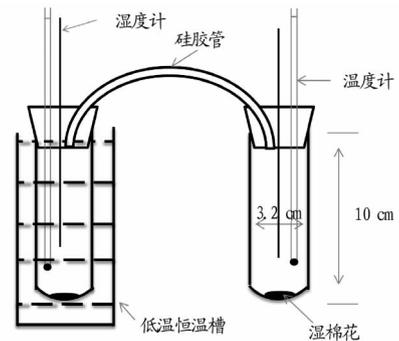


图1 试验装置

Fig.1 Experimental setup

使用小毛刷将26℃、湿度60%~70%的实验室条件下饲养的300头工蚁,其中150头小型工蚁(体长<0.45mm)和150头大型工蚁(体长>0.50mm),置于已经调节好温度的低温恒温槽中的玻璃管底部,使其适应30min。记录在试验开始后第1头、50%和90%的蚂蚁爬出玻璃管的时间,并记录试验开始2h后仍在低温恒温槽内玻璃管中的大型工蚁和小型工蚁数量。将低温恒温槽内试管的测试温度分别设置为10、14、18、22、30、33、35、38和40℃。每个处理重复5次。在每次试验前,玻璃管和硅胶管均使用乙醇清洗、烘干,以去除上一次试验工蚁可能遗留下的气味。由于低温恒温槽中的玻璃管和室温下的玻璃管由硅胶管连接,2个玻璃管内湿度应保持一致。

1.3 数据处理 采用工蚁的迁移比率表示工蚁在不同温度下的迁移情况,迁移比率是指离开低温恒温槽中玻璃管内的工蚁数占初始放入的工蚁总数的比例。使用Shapiro-Wilk检验对试验数据进行正态分布检测,并使用Levene's检验进行齐性检验。当数据不齐时,使用非参数检验的Kruskal-Wallis检验分析数据的差异性,如果Kruskal-Wallis检验发

作者简介 陈芳(1989—),女,江西鹰潭人,硕士,从事昆虫生态学研究。*通讯作者,农艺师,硕士,从事昆虫生态学研究所。

收稿日期 2017-11-28

现数据间差异显著时 ($P < 0.05$), Mann - Whitney 检验或者 the two - sample Kolmogorov - Smirnov 检验进行多重比较。不同温度处理下 50% 数量和 90% 数量的工蚁迁移和不迁移比率使用 t 检验进行比较,同时使用 t 检验比较大型工蚁和小型工蚁迁移比例。所有的数据分析使用 SPSS 18.0 统计软件进行处理。

2 结果与分析

从图 2 可以看出,经 Kruskal - Wallis 检验发现温度对红火蚁的迁移行为有显著影响 ($\chi^2 = 42.484, P < 0.0001$)。在温度 18 °C 条件下,红火蚁的迁移比率仅为 0.012,即平均只有 3.6 头从温度 18 °C 的玻璃管内迁移至 25 °C 玻璃管内。当低温恒温槽内的玻璃管内温度升至 38 °C 时,超过 85% 的红火蚁迁移至 25 °C 玻璃管内。

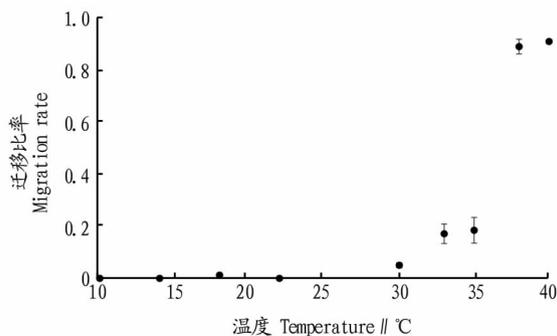


图 2 红火蚁在不同温度条件下的迁移比率

Fig. 2 The migration rate of *S. invicta* under different temperatures

第 1 头工蚁从处理玻璃管迁移至 25 °C 的玻璃管内所需时间在不同温度处理间差异显著 ($\chi^2 = 21.361, P = 0.002$, 表 1)。在温度 18 °C 条件下,第 1 头工蚁迁移至 25 °C 玻璃管所需时间接近 10 min;在 22 ~ 40 °C 条件下,第 1 头工蚁离开所需时间仅为 1.5 min 左右。38 和 40 °C 条件下,50% 和 90% 工蚁离开所需的时间差异不显著。

表 1 试管内不同大小工蚁离开所需时间

Table 1 The time required for different size of worker ants in test tubes

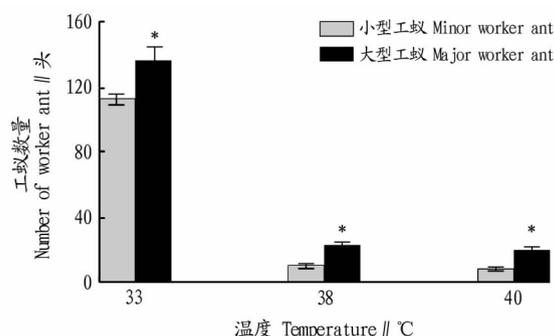
温度 Temperature °C	第 1 头工蚁 离开所需时间 Migration time required for the first worker min	50% 工蚁离 开所需时间 Migration time required for 50% workers//min	90% 工蚁离 开所需时间 Migration time required for 90% workers min
10	—	—	—
14	—	—	—
18	9.90 ± 3.90 a	—	—
22	1.78 ± 0.34 b	—	—
30	2.11 ± 0.27 b	—	—
33	1.38 ± 0.21 b	—	—
35	1.14 ± 0.14 b	—	—
38	1.60 ± 0.33 b	26.56 ± 2.03 a	71.58 ± 14.67 a
40	2.36 ± 0.19 b	21.17 ± 1.44 a	40.04 ± 3.35 a

注: 同列不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different small letters in the same column indicated significant differences ($P < 0.05$)

同时,在不同温度处理条件下,大型工蚁和小型工蚁的迁移比率也不相同(图 3)。在 33、40 和 38 °C 处理下,小型工蚁从处理温度条件下迁移至 25 °C 的数量显著多于大型

工蚁。



注: * 表示与小型工蚁存在显著差异 ($P < 0.05$)

Note: * indicated significant differences with minor worker ant ($P < 0.05$)

图 3 不同温度处理下 120 min 后玻璃管内大型工蚁和小型工蚁的残余数量

Fig. 3 Number of major and minor worker ants remained in the tube after 120 min at different temperatures

3 讨论

红火蚁生存的极限高温可达到 41.18 °C^[11],研究发现红火蚁更喜欢 35 °C 以下的温度。在 10 和 14 °C 处理下的玻璃管内的红火蚁并没有迁移出来。因此推测红火蚁生存的适宜温度为 18 ~ 35 °C。调查发现,高温处理下,小型工蚁迁移至 25 °C 玻璃管的速度要明显快于大型工蚁。这可能有以下原因:第一,由不同品级工蚁在蚁巢内的不同分工造成的。Porter 等^[12]发现红火蚁会将其幼体放置于 30 ~ 32 °C 环境下。红火蚁小型工蚁在蚁巢的主要工作是照看幼体^[13],因此小型工蚁可能比其他体型蚂蚁对温度更加敏感。第二,由 2 种体型蚂蚁的耐热性造成的。Kaspari^[14]认为蚂蚁的耐热性与其体型大小相关。对沙漠蚁 (*Cataglyphis velox*) 和 *C. cursor* 研究发现,大型工蚁比小型工蚁更耐热^[15-16]。因此,推测大型红火蚁的耐热能力显著高于小型工蚁。这个假设需要进一步试验验证。

4 结论

温度是影响昆虫生长发育和分布的一个重要环境因子。该研究通过将红火蚁工蚁放置于管内温度分别为 10、14、18、22、30、33、35、38、40 °C 的玻璃管内,并将该玻璃管与管内温度 25 °C 的玻璃管相连,结果表明当处理试管内的温度超过 25 °C 时,试管内的少量红火蚁开始迁移到温度 25 °C 的试管内;当处理试管内的温度超过 38 °C 时,大多数红火蚁工蚁迁移至 25 °C 试管内。此外,在 33、38 和 40 °C 条件下,迁移到 25 °C 试管内的红火蚁小型工蚁数量都显著多于大型工蚁。这表明大型红火蚁的耐热能力要显著高于小型工蚁。

参考文献

- [1] SHI P J, GE F, SUN Y C, et al. A simple model for describing the effect of temperature on insect developmental rate [J]. Journal of Asia-Pacific entomology, 2011, 14(1): 15 - 20.
- [2] COKENDOLPHER J C, FRANCKE O F. Temperature preferences of four species of fire ants (Hymenoptera: Formicidae: *Solenopsis*) [J]. Psyche, 1985, 92(1): 91 - 102.

(下转第 91 页)

果相一致。随着 PEG 浓度的增加, 贝斯利斯克伏生臂形草的叶尖处出现发黄直至萎蔫, 其次是特高多花多年生黑麦草, 而普通型狗牙根的萎蔫程度不明显。这与抗旱性强的植物叶片含水量较高且变化幅度较小的结论^[19]相一致。植物在受到逆境的影响时, 蒸腾速率和水分吸收能力下降, 但蒸腾量大于水分吸收量, 造成植物含水量下降, 引起气孔关闭, 表现出抗旱特征; 电导率上升幅度小, 说明植物细胞膜伤害程度不大^[20]。研究表明, 在持续干旱条件下, MDA 含量逐渐上升, 而且抗旱性越强的品种 MDA 含量上升幅度小^[20-22]。

综合分析几项指标可知, 3 种禾本科牧草中, 普通型狗牙根的抗旱性最强, 这与郭爱贵等^[2]的试验结果基本一致。干旱胁迫下, 3 种禾本科牧草的相对电导率与丙二醛含量随着干旱胁迫程度的增加而增加, 二者与干旱胁迫浓度均呈极显著的正相关; 3 种禾本科牧草的发芽率、发芽势及叶片相对含水量则随着干旱胁迫浓度的增加而不断降低, 二者与干旱胁迫浓度呈极显著的负相关。普通型狗牙根的发芽率和发芽势显著高于其他品种, 且其叶片含水量最高。随着 PEG 胁迫浓度的增加, 普通型狗牙根的叶片含水量下降幅度较为平缓, 并且相对电导率和丙二醛含量呈较为稳定的上升趋势, 而特高多花多年生黑麦草与贝斯利斯克伏生臂形草的情况差别不大。适宜浓度的胁迫处理对植物的生长具有一定的推动作用, 但若胁迫浓度过高则会对植物正常生长发育产生不利影响。在相同胁迫条件下, 3 种禾本科草坪草的抗旱性从强到弱依次为普通型狗牙根、贝斯利斯克伏生臂形草、特高多花多年生黑麦草。因此, 在昆明地区普通型狗牙根可以作为首选的抗旱牧草品种。近年来, 随着分子生物学和生物技术的兴起和发展及“海绵城市”理论的提出, 为生物性节水 and 抗旱带来了巨大活力。

参考文献

[1] 郑轶琦, 臧国长. PEG 胁迫对冷季型草坪草种子萌发和幼苗生长的影

响[J]. 种子, 2011, 30(12): 34-37.

- [2] 郭爱贵, 刘建秀, 郭海林. 几种暖季型草坪草抗旱性的初步鉴定[J]. 草业科学, 2002, 19(8): 61-62.
- [3] 龚子端, 李高阳. PEG 干旱胁迫对植物的影响[J]. 河南林业科技, 2006, 26(3): 21-23.
- [4] 陈爱葵, 韩瑞宏, 李东洋, 等. 植物叶片相对电导率测定方法比较研究[J]. 广东教育学院学报, 2010, 30(5): 88-91.
- [5] 聂石辉, 齐军仓, 张海禄, 等. PEG6000 模拟干旱胁迫对大麦幼苗丙二醛含量及保护酶活性的影响[J]. 新疆农业科学, 2011, 48(1): 11-17.
- [6] 苏秀红, 殷鹏程, 董成明, 等. 聚乙二醇-6000 对冬凌草种子萌发、幼苗生长及次生代谢产物积累的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(5): 119-121.
- [7] 韩建国. 实用牧草种子学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1997: 133.
- [8] 孙群, 胡景江. 植物生理学研究技术[M]. 杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2004: 125-130.
- [9] 张鹤山, 刘洋, 王凤, 等. 紫花苜蓿品种耐热性研究[C]//农区草业论坛论文集. 北京: 中国草学会, 2008: 541-546.
- [10] 陈水红, 杨厚安, 张剑云, 等. NaCl 胁迫对紫花苜蓿种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 塔里木大学学报, 2009, 21(1): 23-26.
- [11] 吴艳华, 陈雅君, 夏忠强. 草坪草抗旱生理机制的研究进展[J]. 四川草原, 2005(8): 37-39.
- [12] 魏永胜, 梁宗锁, 山仑, 等. 利用隶属函数法评价苜蓿抗旱性[J]. 草业科学, 2005, 22(6): 33-36.
- [13] 刘华, 王峰, 李娜, 等. 隶属函数法对 12 个树种抗旱性的综合评价[J]. 中国农村小康科技, 2010(10): 39-41.
- [14] 魏明丽. 干旱胁迫下冰草种子主要生理生化特征的变化与分析[J]. 种子世界, 2011(4): 20-21.
- [15] 汝红, 王瑞贞, 常海飞, 等. 干旱胁迫下早熟禾幼苗几种抗旱性指标的变化[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(34): 17258-17259.
- [16] 薛建鹏, 王秋玉, 任欢. 干旱胁迫下白桦主要生理指标的变化及相互关系[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(8): 12-15.
- [17] 马海鸽, 蒋齐, 王占军, 等. PEG 胁迫下野生甘草种子萌发和幼苗生长[J]. 草业科学, 2014, 31(8): 1487-1492.
- [18] 李志萍, 张文辉, 崔豫川. PEG 模拟干旱胁迫对栓皮栎种子萌发及生长生理的影响[J]. 西北植物学报, 2013, 33(10): 2043-2049.
- [19] 栾忠奇, 刘晓红, 王国栋. 水分胁迫下小麦叶片的电容与水分含量关系[J]. 西北植物学报, 2007, 27(11): 2323-2327.
- [20] 李吉跃. 植物抗旱性及其机理[J]. 北京林业大学学报, 1991, 13(3): 92-100.
- [21] 洪丽芸, 田大伦, 李芳, 等. 不同灌溉方式对银杏水分生理的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2008, 28(1): 49-52.
- [22] 刘茜. 樟树叶片蒸腾特性及其与生理生态因子关系分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2009, 29(1): 1-5.

(上接第 79 页)

- [3] ABRIL S, OLIVERAS J, GÓMEZ C. Effect of temperature on the oviposition rate of Argentine ant queens (*Linepithema humile* Mayr) under monogynous and polygynous experimental conditions[J]. Journal of insect physiology, 2008, 54(1): 265-272.
- [4] ABRIL S, OLIVERAS J, GÓMEZ C. Effect of temperature on the development and survival of the Argentine ant, *Linepithema humile* [J]. Journal of insect science, 2010, 10(2): 1-13.
- [5] ANDERSON K E, MUNGER J C. Effect of temperature on brood relocation in *Pogonomyrmex salinus* (Hymenoptera: Formicidae) [J]. Western North American naturalist, 2003, 63(1): 122-128.
- [6] WILLIAMS D F. Oviposition and growth of the fire ant *Solenopsis invicta* [M] // VAN DER MEER R K, JAFFÉK, CEDENO A. Applied myrmecology: A world perspective. Boulder, Westview Press, 1990: 150-157.
- [7] DREES B M, SUMMERLIN B, VINSON S B. Foraging activity and temperature relationship for the red imported fire ant [J]. Southwestern entomologist, 2007, 32(3): 149-155.
- [8] LU Y Y, WANG L, ZENG L, et al. The effects of temperature on the foraging activity of red imported fire ant workers (Hymenoptera: Formicidae) in South China [J]. Sociobiology, 2012, 9(2): 573-583.

- [9] 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.
- [10] VALLES S M, PORTER S D. Identification of polygynous and monogynous fire ant colonies (*Solenopsis invicta*) by multiplex PCR of *Gp-9* alleles [J]. Insectes sociaux, 2003, 50(2): 199-200.
- [11] XU Y J, LU Y Y, PAN Z P, et al. Heat tolerance of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) in Mainland China [J]. Sociobiology, 2009, 54(1): 115-126.
- [12] PORTER S D, TSCHINKEL W R. Fire ant thermal preferences: Behavioral control of growth and metabolism [J]. Behavioral ecology & sociobiology, 1993, 32(5): 321-329.
- [13] TSCHINKEL W R. The fire ants [M]. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 2006: 247-308.
- [14] KASPARI M. Body size and microclimate use in Neotropical granivorous ants [J]. Oecologia, 1993, 96(4): 500-507.
- [15] CERDÁ X, RETANA J. Links between worker polymorphism and thermal biology in a thermophilic ant species [J]. Oikos, 1997, 78(3): 467-474.
- [16] CLÉMENCET J, COURNAULT L, ODENT A, et al. Worker thermal tolerance in the thermophilic ant *Cataglyphis cursor* (Hymenoptera, Formicidae) [J]. Insectes sociaux, 2010, 57(1): 11-15.