

低温条件下广聚萤叶甲成虫的耐饥饿能力

齐国君¹, 高 燕¹, 陈 婷¹, 周小武², 梁居林³, 吕利华^{1*}

¹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;

²佛冈县农业技术推广中心, 广东 佛冈 511600; ³封开县农作物病虫测报站, 广东 封开 526537

摘要:【背景】广聚萤叶甲是恶性入侵杂草豚草的一种重要专一性天敌,在冬季低温且缺乏食物的条件下,广聚萤叶甲的耐饥饿能力直接关系到其越冬种群的虫源基数。【方法】在室内观察广聚萤叶甲成虫在 10 ℃ 低温条件下的存活率和死亡率,研究了水分(有水、无水)、不同密度(一雌一雄、二雌二雄、五雌五雄)、加入泥土枯枝对广聚萤叶甲耐饥饿能力的影响。【结果】无水、有水条件下,广聚萤叶甲成虫的平均存活时间分别为(15.23±1.01)、(13.33±0.88) d,水分对广聚萤叶甲的耐饥力的影响不显著;随着密度的增加,广聚萤叶甲的耐饥饿能力增强,一雌一雄、二雌二雄和五雌五雄的平均存活时间依次为(11.96±0.57)、(13.78±0.60)、(14.81±0.42) d;加入泥土和豚草枯枝后,广聚萤叶甲的耐饥饿能力明显提高,其平均存活时间为(15.97±1.05) d。【结论与意义】低温条件下广聚萤叶甲的耐饥饿能力较强,可保证部分广聚萤叶甲的自然种群在野外安全越冬,研究低温条件下广聚萤叶甲的耐饥饿能力对豚草的生物防治具有重要意义。

关键词: 广聚萤叶甲; 豚草; 低温条件; 成虫; 耐饥饿能力

Starvation tolerance of *Ophraella communa* adults under low temperature condition

Guo-jun QI¹, Yan GAO¹, Ting CHEN¹, Xiao-wu ZHOU², Ju-lin LIANG³, Li-hua LÜ^{1*}

¹Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection, Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China; ²Agricultural Technology Extending Service Centre of Fogang, Fogang, Guangdong 511600, China; ³Pest Forecasting Station of Fengkai County, Fengkai, Guangdong 526537, China

Abstract:【Background】*Ophraella communa* is an important natural enemy of the invasive weed *Ambrosia artemisiifolia*. Starvation tolerance of *O. communa* adults under low temperature and lack of food directly affect overwintering populations.【Method】Survival rate and mortality of *O. communa* adults at 10 ℃ were measured under laboratory conditions. The influence of moisture (water, no water), density (one pair of 1 female and 1 male, two pairs of females and males, and 5 pairs), and environmental conditions (adding soil and deadwood) on starvation tolerance of *O. communa* were also studied.【Result】Average survival time of *O. communa* adults was (15.23±1.01) days under dry conditions, and (13.33±0.88) days under humid conditions. The influence of moisture on starvation tolerance of *O. communa* was not significant. The starvation tolerance of *O. communa* was enhanced with increase in density. Average survival durations of *O. communa* adults were (11.96±0.57), (13.78±0.60) and (14.81±0.42) days for one pair, two pairs, and five pairs, respectively. Average survival durations of *O. communa* adults increased to (15.97±1.05) days after adding soil and deadwood.【Conclusion and significance】*O. communa* adult had high starvation tolerance under low temperature condition, and this ability could ensure partial natural population of the beetle to overwinter safely. Starvation tolerance of *O. communa* adults under low temperature conditions played an important role in the theory and practice of biological control of *A. artemisiifolia*.

Key words: *Ophraella communa*; *Ambrosia artemisiifolia*; low temperature condition; adult; starvation tolerance

收稿日期(Received): 2016-04-21 接受日期(Accepted): 2016-06-03

基金项目: 国家国际科技合作项目(2011DFB30040);“十二五”国家科技支撑计划(2015BAD08B02);科技部科技伙伴计划(KY201402015);广东省农业科学院院长基金(201406)

作者简介: 齐国君,男,副研究员。研究方向:昆虫生态学。E-mail: super_qi@163.com

* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: lhlu@gdpri.com

广聚萤叶甲 *Ophraella communa* LeSage 隶属鞘翅目 Coleoptera 叶甲科 Chrysomelidae 萤叶甲亚科 Galericinae, 原产于北美洲, 是恶性入侵杂草豚草 *Ambrosia artemisiifolia* L. 的重要专一性天敌(孟玲和李保平, 2005; Palmer & Goeden, 1991)。该虫为寡食性昆虫, 寄主植物较单一(Dernovici *et al.*, 2006), 其成、幼虫均可在豚草上群聚取食叶片(Futuyma & McCafferty, 1990)。自2001年在我国南京地区首次发现以来(孟玲和李保平, 2005), 该虫现已广泛分布于江苏、浙江、安徽、湖南、湖北、江西、福建、广东、广西等省(区)大部分豚草入侵区域(孟玲等, 2007; 齐国君等, 2011; 张丽杰等, 2005; Zhou *et al.*, 2010), 对当地豚草的控制效果十分显著, 是一种极具应用前景的豚草生防天敌(周忠实等, 2015)。

当天敌昆虫面临食物短缺或种群数量过多等恶劣条件时, 耐饥饿能力较强的个体往往优先生存, 天敌对不良环境的适应能力对其种群的繁衍与传播具有重要的作用(Rion & Kawecki, 2007)。广聚萤叶甲在广东省野外可以越冬生存(齐国君等, 2012), 但由于秋冬季豚草枯死或被广聚萤叶甲取食殆尽, 大量广聚萤叶甲因缺少食物死亡, 导致其种群数量急剧下降(郑兴汶等, 2011)。在冬季低温且缺乏食物的条件下, 广聚萤叶甲的耐饥饿能力直接关系到其越冬种群的虫源基数, 也影响其对豚草的防治效果。

本研究设置 10℃ 的低温条件, 室内观察广聚萤叶甲成虫的存活率和死亡率, 研究水分、密度、环境条件等因素对广聚萤叶甲耐饥饿能力的影响, 以期阐明冬季低温且缺乏食物的条件下广聚萤叶甲的耐饥饿能力, 为豚草天敌昆虫——广聚萤叶甲的保护利用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

广聚萤叶甲种群采于广东省佛冈县汤塘镇豚草试验田, 所采虫态为蛹, 待成虫羽化后置于透明塑料养虫盒(19 cm×12 cm×6 cm)内备用。

1.2 试验设备及条件

人工气候箱(宁波江南 RZH-320B 型人工气候箱), 试验设置: 温度(10±1)℃, 湿度 80%, 光周期 L:D=10 h:14 h。

采用小试管(15 cm×1.5 cm), 管口用纱布密

封, 各处理试管中不提供任何食物, 使试虫处于完全饥饿状态。

1.3 试验方法

1.3.1 水分对广聚萤叶甲耐饥力的影响 设置有水、无水 2 个处理, 有水处理的试管中放置一个蘸水的小棉球, 以接近饱和不流出为准, 定期补充水分, 无水处理的试管放置不加水的小棉球。每管接入 1 对广聚萤叶甲成虫(一雌一雄), 每个处理重复 15 次。每天定时观察成虫的死亡情况, 直至全部死亡。

1.3.2 密度对广聚萤叶甲耐饥力的影响 设置一雌一雄、二雌二雄、五雌五雄 3 个处理, 试管中不提供任何水分和食物, 使其处于完全饥饿状态。每管分别接入相应处理的广聚萤叶甲成虫, 其中 1 对为一雌一雄, 2 对为二雌二雄, 5 对为五雌五雄, 每个处理重复 15 次。每天定时观察成虫的死亡情况, 直至全部死亡。

1.3.3 泥土枯枝对广聚萤叶甲耐饥力的影响 模拟自然状态下广聚萤叶甲的越冬生活环境, 设置泥土枯枝、无泥土枯枝 2 个处理, 试管中加入 1 cm 深的土壤, 其上放置少许豚草枯枝, 无泥土枯枝处理组不加土壤和豚草枯枝。每管接入 1 对广聚萤叶甲成虫(一雌一雄), 每个处理重复 15 次。每天定时观察成虫的死亡情况, 直至全部死亡。

1.4 数据处理

利用 SPSS 的 Duncan's 新复极差法, 对不同处理下广聚萤叶甲的存活天数进行差异显著性分析($P=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 水分对广聚萤叶甲耐饥力的影响

对比分析有水、无水 2 个处理条件下广聚萤叶甲成虫的平均存活时间(表 1), 结果表明, 水分对饥饿状态下广聚萤叶甲的存活时间无显著影响。无水、有水条件下, 广聚萤叶甲成虫的平均存活时间分别为(15.23±1.01)、(13.33±0.88) d, 无水条件下广聚萤叶甲的存活时间比有水条件下长 1.9 d, 但二者之间的差异不显著。

2.2 密度对广聚萤叶甲耐饥力的影响

分析 3 个不同密度下广聚萤叶甲成虫的平均存活时间(表 2), 结果表明, 随着虫口密度的增加, 广聚萤叶甲成虫的存活时间和耐饥饿能力相应增强。1 对、2 对成虫条件下, 广聚萤叶甲成虫的平均

存活时间为(11.96±0.57)、(13.78±0.60) d,而 5 对密度下,广聚萤叶甲成虫的平均存活时间为(14.81±0.42) d,与 1 对密度下的差异显著。

表 1 水分对广聚萤叶甲存活时间的影响

Table 1 The influence of moisture on the survival time of *O. communa* d

处理 Treatment	雌虫 ♀	雄虫 ♂	平均 Average
无水 No water	17.07±1.75bc	13.40±0.79a	15.23±1.01bc
有水 Water	14.93±1.35ab	11.73±0.99a	13.33±0.88ab

同列数据后不同小写字母者表示经方差分析在 0.05 水平上差异显著。

Data at the same column followed by different letters at lowercase indicate significant differences at 0.05 level.

表 2 密度对广聚萤叶甲存活时间的影响

Table 2 The influence of density on the survival time of *O. communa* d

处理 Treatment	雌虫 ♀	雄虫 ♂	平均 Average
1 对 1 pair	12.33±0.86a	11.60±0.76a	11.96±0.57a
2 对 2 pairs	15.67±0.82bc	11.90±0.73a	13.78±0.60ab
5 对 5 pairs	16.48±0.56bc	13.13±0.56a	14.81±0.42bc

同列数据后不同小写字母者表示经方差分析在 0.05 水平上差异显著。

Data at the same column followed by different letters at lowercase indicate significant differences at 0.05 level.

2.3 泥土枯枝对广聚萤叶甲耐饥力的影响

分析加入泥土枯枝后广聚萤叶甲成虫的平均存活时间(表 3),结果表明,加入泥土和豚草枯枝后,广聚萤叶甲的存活时间明显延长,耐饥饿能力也明显提高。2 种处理之间,雄成虫的存活时间无显著差异;但在泥土枯枝处理组中,广聚萤叶甲雌成虫的存活时间延长至(19.00±1.35) d,显著长于无泥土枯枝处理组;广聚萤叶甲成虫的平均存活时间为(15.97±1.05) d,显著长于无泥土枯枝处理组。

表 3 泥土枯枝对广聚萤叶甲的存活时间的影响

Table 3 The influence of soil and deadwood on the survival time of *O. communa* d

处理 Treatment	雌虫 ♀	雄虫 ♂	平均 Average
CK	12.33±0.86a	11.60±0.76a	11.96±0.57a
泥土枯枝 Soil and deadwood	19.00±1.35c	12.93±1.20a	15.97±1.05c

同列数据后不同小写字母者表示经方差分析在 0.05 水平上差异显著。

Data at the same column followed by different letters at lowercase indicate significant differences at 0.05 level.

3 讨论

耐饥饿特性是昆虫长期适应自然界的结果,不同种类昆虫对饥饿的忍耐力不同,即使是同种昆虫,其不同环境条件或不同发育阶段对饥饿的忍耐力也不同(陈建明等,2000; Rion & Kawecki, 2007)。研究表明,叶甲类昆虫具有较强的耐饥饿能力,空心莲子草叶甲 *Agasicles hygrophila* Selman & Vogt、三星黄萤叶甲 *Paridea angulicollis* Motschulsky、斑鞘豆叶甲 *Pagria signata* Motschulsky 的最长耐饥时间分别为 9、18、23 d(李君和郑发科,2007; 史树森等,2013; 杨晨亮等,2011),而柳蓝叶甲 *Plagioderia versicolora* Laicharting 的最长寿命达 35 d(周登祥和郑发科,2007);广聚萤叶甲与其他食叶性叶甲一样,具有较强的耐饥饿能力,在 10 °C 低温条件下最长可存活 29 d。

本研究分析了水分、密度、环境条件等因素对广聚萤叶甲耐饥饿能力的影响,认为水分对广聚萤叶甲耐饥力的影响不显著,这与柳蓝叶甲有一定差异。周登祥和郑发科(2007)认为,水分一定程度上加速了虫体的新陈代谢和能量消耗,从而使柳蓝叶甲的存活时间大大降低。随着密度的增加,广聚萤叶甲的耐饥饿能力逐渐增强,这与柳蓝叶甲的研究一致。而加入泥土和豚草枯枝后,十分接近自然状态下的越冬生活环境,广聚萤叶甲的耐饥饿能力明显提高,雌虫的平均存活时间长达(19.00±1.35) d。可以初步推测,为度过低温限制和缺少食物的冬季,广聚萤叶甲成虫会减少活动、减少进食,从而降低新陈代谢水平(Watanabe, 2000),并以集群方式躲藏于落叶枯草或浅表土层中越冬,这与美国东部、日本筑波、中国南京的记载(孟玲等,2007; Watanabe & Hirai, 2004; Welch, 1978)基本一致。

本研究发现,广聚萤叶甲雌、雄虫的平均存活时间分别为(16.09±0.39)、(12.65±0.33) d,二者差异极显著。原因可能是雌虫虫体较大,体内贮有较多的营养物质,在饥饿状态下,雌虫依靠较多的营养物质分解来维持生命。雌虫的这种耐饥力对昆虫的种族繁衍十分有利。

本研究仅探讨了 10 °C 低温条件下广聚萤叶甲成虫的耐饥饿能力,但自然条件下的温度不是恒定不变的,温度的变化会对其存活、发育和繁殖均产生较大影响,对自然条件下广聚萤叶甲的越冬及耐饥力仍需进一步研究。

参考文献

- 陈建明, 俞晓平, 吕仲贤, 郑许松, 2000. 越冬代尖钩宽尾蝽耐饥力的研究. 应用生态学报, 11(4): 609-611.
- 李君, 郑发科, 2007. 空心莲子草叶甲成虫取食量和耐饥饿能力的研究. 四川动物, 26(1): 116-117.
- 孟玲, 李保平, 2005. 新近传入我国大陆取食豚草的广聚萤叶甲. 中国生物防治, 21(2): 65-69.
- 孟玲, 徐军, 李海波, 2007. 外来广聚萤叶甲在我国的扩散及生活史特征. 中国生物防治, 23(1): 5-10.
- 齐国君, 高燕, 钟锋, 邵晓迎, 吕利华, 2012. 广聚萤叶甲对广东佛冈豚草的控制作用. 环境昆虫学报, 34(3): 315-321.
- 齐国君, 黄德超, 高燕, 王琳, 邵晓迎, 孙嘉祥, 吕利华, 2011. 广东省豚草及两种天敌昆虫的发生与分布. 应用昆虫学报, 48(1): 197-201.
- 史树森, 崔娟, 齐灵子, 武婷婷, 许晓明, 2013. 温度对斑鞘豆叶甲成虫取食量和耐饥力的影响. 吉林农业大学学报, 35(4): 406-410.
- 杨晨亮, 李万梅, 郑燕, 李建军, 李修炼, 2011. 三星黄萤叶甲成虫的取食量和耐饥性研究. 安徽农业科学, 39(3): 1403-1404, 1406.
- 张丽杰, 杨星科, 李文柱, 崔俊芝, 2005. 在中国大陆发现豚草条纹萤叶甲. 昆虫知识, 42(2): 227-228.
- 郑兴汶, 周忠实, 郭建英, 万方浩, 陈红松, 王建国, 2011. 初始密度对广聚萤叶甲种群扩张的影响. 环境昆虫学报, 33(1): 128-130, 134.
- 周登祥, 郑发科, 2007. 越冬条件下柳蓝叶甲成虫行为及耐饥力的研究. 四川动物, 26(1): 112-113.
- 周忠实, 郭建英, 万方浩, 2015. 利用天敌昆虫治理豚草的研究进展. 中国生物防治学报, 31(5): 657-665.
- Dernovici S A, Teshler M P and Watson A K, 2006. Is sunflower (*Helianthus annuus*) at risk to damage from *Ophraella communa*, a natural enemy of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*)?. *Biocontrol Science and Technology*, 16(7): 669-686.
- Futuyma D J and Mccafferty S S, 1990. Phylogeny and the evolution of host plant associations in the leaf beetle genus *Ophraella* (Coleoptera, chrysomelidae). *Evolution*, 44(8): 1885-1913.
- Palmer W A and Goeden R D, 1991. The host range of *Ophraella communa* LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae). *The Coleopterists Bulletin*, 45(2): 115-120.
- Rion S and Kawecki T J, 2007. Evolutionary biology of starvation resistance: what we have learned from *Drosophila*. *Journal of Evolutionary Biology*, 20(5): 1655-1664.
- Watanabe M, 2000. Photoperiodic control of development and reproductive diapause in the leaf beetle *Ophraella communa* LeSage. *Entomological Science*, 3(2): 245-253.
- Watanabe M and Hirai Y, 2004. Host-use pattern of the ragweed beetle *Ophraella communa* LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae) for overwintering and reproduction in Tsukuba. *Applied Entomology and Zoology*, 39(2): 249-254.
- Welch K A, 1978. Biology of *Ophraella notulata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 71(1): 134-136.
- Zhou Z S, Guo J Y, Chen H S and Wan F H, 2010. Effect of humidity on the development and fecundity of *Ophraella communa* (Coleoptera: Chrysomelidae). *BioControl*, 55(2): 313-319.

(责任编辑:郭莹)