



仇兰芬, 仲丽, 邵金丽, 王建红, 李广, 车少臣, 魏建荣. 储存条件对花绒寄甲成虫寿命及产卵量的影响 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (5): 1093–1099.

储存条件对花绒寄甲成虫寿命及产卵量的影响

仇兰芬¹, 仲丽¹, 邵金丽¹, 王建红¹, 李广¹, 车少臣¹, 魏建荣^{2*}

(1. 北京市园林科学研究院/园林绿地生态功能评价与调控技术北京市重点实验室, 北京 100102;

2. 河北大学生命科学学院, 河北保定 071002)

摘要: 花绒寄甲 *Dastarcus helophoroides* Fairmaire 是天牛类林木蛀干害虫的重要天敌昆虫, 释放成虫是利用该天敌控制害虫的重要手段之一。为保持成虫释放时仍具有有效活力, 本文研究了成虫在释放前的储存温度和储存时长对其产卵量和寿命的影响。试验采用饲喂和未饲喂的成虫在 $(16 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、 $(12 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、 $(8 \pm 1)^\circ\text{C}$ 和 $(4 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下储存, 测定成虫的死亡率, 同时测试成虫在同一储存温度下保存不同时长后的产卵量与寿命。结果显示, 成虫在 12°C 储存条件下死亡率最低, 且羽化后的新成虫在储存前未饲喂更利于其存活。经历不同的储存时间后, 花绒寄甲的产卵量均随时间变化呈现先升后降的规律, 且不同储存时长的累积产卵量差异显著 ($F_{7,16} = 83.12$, $P < 0.001$), 其中储存 60 d 的成虫产卵量最高, 各处理间的累积死亡率差异显著 ($F_{7,16} = 277.82$, $P < 0.001$), 其中储存 60 d 的死亡率最低为 38%。储存温度与时长对花绒寄甲成虫寿命及产卵量有显著影响, 成虫适合在 12°C 条件下保存, 保存时长在 60 d 效果最好。

关键词: 花绒寄甲; 天敌昆虫; 低温保存; 寿命; 产卵量

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2020) 05-1093-07

Influence of stored conditions on lifespan and egg laid numbers of *Dastarcus helophoroides* Fairmaire adults

QIU Lan-Fen¹, ZHONG Li¹, SHAO Jin-Li¹, WANG Jian-Hong¹, LI Guang¹, CHE Shao-Chen¹, WEI Jian-Rong^{2*} (1. Beijing Institute of Landscape Architecture/ Beijing Key Laboratory of Ecological Function Assessment and Regulation Technology of Green Space, Beijing 100102, China; 2. College of Life Science, Hebei University, Baoding 071002, Hebei Province, China)

Abstracts: *Dastarcus helophoroides* is an important insect natural enemy of Cerambycid wood borers. Releasing adults was one of effective methods to control tree wood borers. To guarantee their activity when releasing the adults, influence of stored temperature and stored period on the adult lifespan and their egg laid numbers were studied. The tested adults were divided into two groups, and one group was feed five days with diet and the other group was not feed. Then the adults of two groups were kept at $(4 \pm 1)^\circ\text{C}$, $(8 \pm 1)^\circ\text{C}$, $(12 \pm 1)^\circ\text{C}$ and $(16 \pm 1)^\circ\text{C}$, respectively, and the mortalities of adults in different treatments were recorded at different times. Afterwards, the egg numbers laid by adults and lifespan of adults were compared among the adults which were stored at the same temperature for different periods. The mortality of adults at 12°C was the lowest, and the adults in the groups feed with the diet after emerged were not

基金项目: 北京市公园管理中心科技项目 (2017026); 河北省高校百名优秀创新人才项目 (2014BR2-203)

作者简介: 仇兰芬, 女, 博士, 高级工程师, 山东滕州人, 研究方向为园林害虫生物防治, E-mail: 280548712@qq.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 魏建荣, 男, 博士, 教授, 主要研究方向为昆虫化学生态及生物防治, E-mail: weijr@hbu.edu.cn

收稿日期 Received: 2020-02-24; 接受日期 Accepted: 2020-04-15

unsuitable for their survive. After stored at 12°C for the different periods, the egg numbers laid by the adults in all treatments went up firstly and then down with the time past, and there was significant difference among different stored-period treatments ($F_{7,16}=83.12$, $P<0.001$). The egg number laid by the adults was the maximum when stored for 60 days at 12°C. The cumulative mortality rates among different stored-periods were also significant different ($F_{7,16}=277.82$, $P<0.001$), and the mortality rate was only 38% when stored for 60 days at 12°C. In conclusion, the stored temperature and the stored period had significant influence on the lifespan of adults and the numbers of eggs they laid. The suitable stored temperature would be 12°C and at this temperature the adults could live longer and had higher egg laid numbers when kept for 60 days.

Key words: *Dastarcus helophoroides*; insect natural enemy; low temperature storage; lifespan; egg laid number

天牛类林木蛀干害虫对我国的森林生态、林业生产造成重大危害。花绒寄甲 *Dastarcus helophoroides* Fairmaire 是天牛类蛀干害虫的主要天敌昆虫,在我国分布较广(秦锡祥和高瑞桐, 1988; 杨忠岐, 2004; 魏建荣等, 2009), 自然条件下一般寄生天牛的老熟幼虫和蛹, 且寄生率较高(Yang *et al.*, 2011; 唐艳龙等, 2012; 张艳龙等, 2014)。花绒寄甲一生中能产生大量的卵, 孵化后其1龄蚜蠹型幼虫通过爬行找到寄主进行寄生, 因此在林间释放花绒寄甲卵能够达到一定的控制效果(Yang *et al.*, 2011)。然而, 由于花绒寄甲1龄幼虫的扩散距离有限, 以及卵和1龄幼虫缺乏躲避敌害的能力, 因此单纯通过释放花绒寄甲卵控制天牛的危害, 其效果低于释放成虫的效果(吴东生等, 2017; 仇兰芬等, 2019)。近年来, 花绒寄甲的人工规模化繁育技术越来越成熟(雷琼等, 2005; 杨忠岐等, 2012), 为野外释放花绒寄甲成虫防治天牛类蛀干害虫奠定了坚实基础。

相比一般昆虫, 花绒寄甲成虫的寿命较长(杨忠岐等, 2012; 屈赞等, 2015), 因此作为天敌昆虫商品来说, 其具有较长货架期的优点。由于寿命长, 不同年龄阶段的花绒寄甲成虫产卵情况不同, 在野外的存活情况也不相同, 因此选择适宜成虫日龄在林间进行释放是关系到生物防治能否成功的关键因素之一。

通过低温储存积累一定数量的天敌昆虫, 从而满足防治中大量释放的需要, 是当前天敌昆虫保存中常用的方法(李晓娟等, 2011; 陈礼生等, 2014; 陈元生等, 2018)。经储存后释放到野外的花绒寄甲成虫, 其产卵及存活能力决定了其对天牛类害虫的控制能力。本文在前人研究的基础上,

研究了成虫储存温度和时长对其寿命及产卵量的影响, 旨在更好地指导花绒寄甲的生产及应用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用花绒寄甲成虫由北京市园林科学研究所园林植保所饲养所得, 其在野外的原寄主为光肩星天牛, 收集同一天内羽化的花绒寄甲成虫作为试验材料。

1.2 试验方法

1.2.1 饲喂对花绒寄甲保存期间死亡率的影响

选择试验备用的花绒寄甲成虫, 分为饲喂5 d和未饲喂2个处理。将上述2个处理的花绒寄甲成虫分别置于(16±1)°C、(12±1)°C、(8±1)°C和(4±1)°C培养箱内(光周期为全暗, 相对湿度为60%), 保存期间未饲喂。每7 d记录1次花绒寄甲成虫死亡数量。每个处理4次重复, 每个重复100头成虫。

1.2.2 冷藏时长对花绒寄甲产卵量和死亡率的影响

根据1.2.1确定了花绒寄甲成虫的最适保存温度。将同期羽化的一批花绒寄甲成虫置于(12±1)°C(光周期为全暗, 相对湿度为60%)下分别冷藏30、60、90、120、150、240、360和420 d, 然后将上述不同储存时间的花绒寄甲成虫置于(26±1)°C(光周期为全暗, 相对湿度为60%)下, 每7 d记录1次成虫的死亡数量、产卵量。每个处理3个重复, 每个重复70头试虫。

1.3 数据处理

死亡率数据经过平方根反正弦转换, 使之达到方差齐性要求后再采用IBM SPSS 20软件进行方

差分析及 LSD 显著性检验。图表中数据均为均值 $\pm$ 标准误 (SE), Excel 2013 软件作图。

2 结果与分析

2.1 饲喂对花绒寄甲成虫保存期死亡率的影响

16℃时, 饲喂 5 d 后储存的花绒寄甲成虫保存至第 5 周时, 死亡率显著升高至 11%, 第 8 周时升至 27.25%, 未饲喂的花绒寄甲成虫第 9 周死亡率最高为 15.5%, 累积死亡率为 45.75% (图 1-A)。经 9 周的保存, 饲喂的花绒寄甲成虫累积死亡率为 94%, 未饲喂的花绒寄甲成虫累积死亡率为 45.75%, 二者差异显著 ($F_{1,6} = 176.07$, $P < 0.001$)。12℃时, 饲喂 5 d 后储存的花绒寄甲成虫保存至第 13 周时死亡率最高为 10.75%, 而未饲喂的花绒寄甲成虫保存至第 12 周时死亡率最高为 3.25% (图 1-B)。经 13 周保存, 饲喂的花绒寄甲成虫累积死亡率为 40.75%, 未饲喂的花绒寄甲成虫累积死亡率为 10.5%, 二者差异显著 ($F_{1,6} = 57.42$, $P < 0.001$)。8℃时, 饲喂 5 d 后储存的花

绒寄甲成虫保存至第 11 周时死亡率最高为 15%, 而未饲喂的花绒寄甲成虫保存至 11 周时的死亡率最高为 7.25% (图 1-C)。经 13 周保存, 饲喂的花绒寄甲成虫累积死亡率为 82%, 而未饲喂的花绒寄甲成虫累积死亡率为 25.75%, 二者差异显著 ($F_{1,6} = 94.50$, $P < 0.001$)。4℃时, 饲喂 5 d 后储存的花绒寄甲成虫保存至 13 周时死亡率最高为 14.5%, 而未饲喂的花绒寄甲成虫保存至 13 周时死亡率最高为 11.5% (图 1-D)。经 13 周保存, 饲喂的花绒寄甲成虫累积死亡率为 65.75%, 未饲喂的花绒寄甲成虫累积死亡率为 53.25%, 二者差异不显著 ($F_{1,6} = 5.29$, $P = 0.06$)。

因此, 花绒寄甲成虫在 16℃、12℃、8℃ 条件下保存, 保存前饲喂的成虫死亡率均高于未饲喂的花绒寄甲成虫 (图 2), 这表明保存前未饲喂有利于新羽化花绒寄甲成虫的保存。在不同保存温度下, 其累积死亡率均为 16℃ > 8℃ > 4℃ > 12℃。因此, 12℃ 是适于花绒寄甲成虫保存的温度, 且未饲喂更利于其存活。

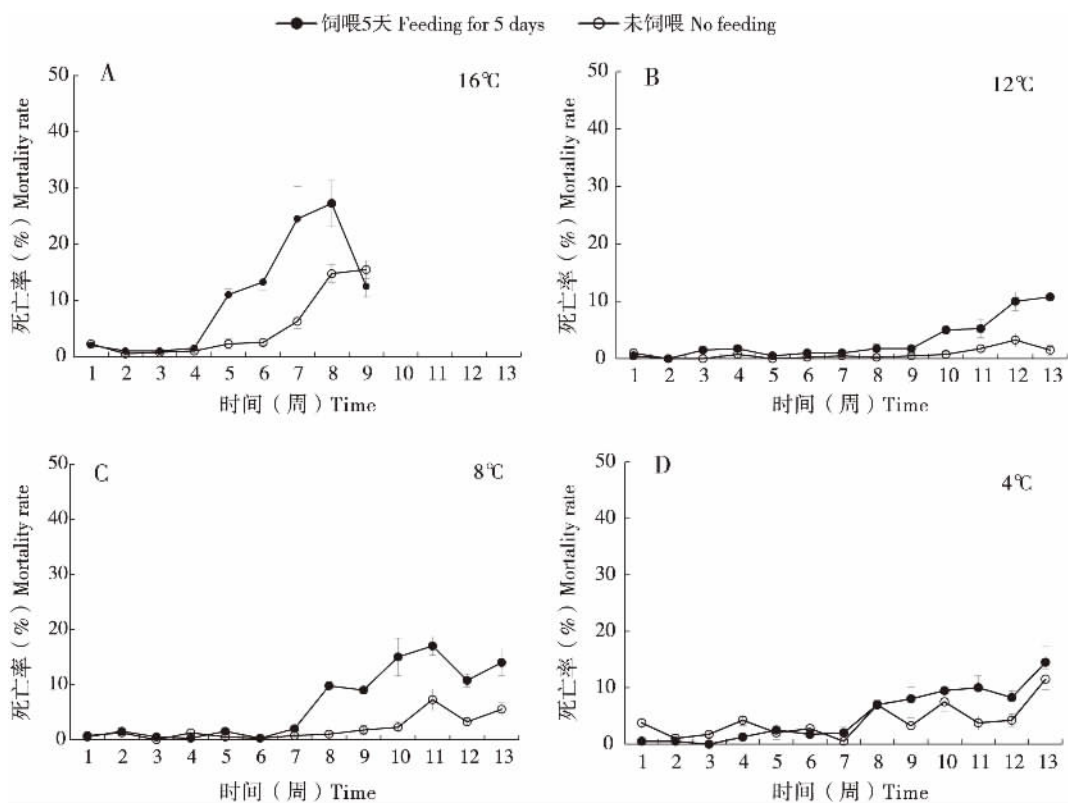


图 1 不同温度下饲喂对花绒寄甲成虫死亡率的影响

Fig. 1 Influence of feeding on mortality of *Dastarcus helophoroides* at different temperature

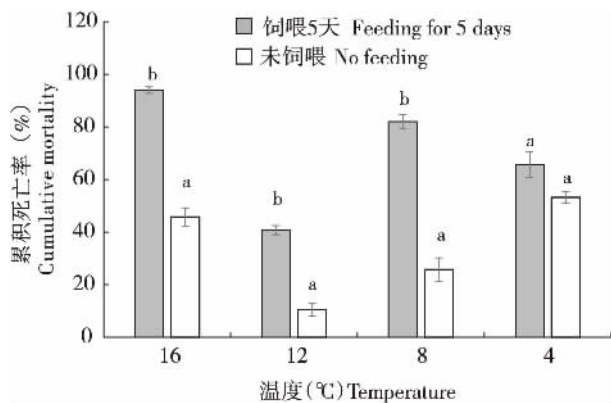


图2 花绒寄甲成虫在不同温度下饲喂与否的累积死亡率

Fig. 2 Cumulative mortality rates of *Dastarcus helophoroides* adults between five-days feeding population and no feeding population at different storing temperatures

注: 图中数据为均值 $\pm$ 标准误, 柱顶不同小写字母表示在 5% 水平差异显著图 4 和图 6 同。Note: Data were means $\pm$ SE. Different lowercase letters on bars indicate significant difference at $P < 0.05$ level, by LSD multiple range test. Same to Fig. 4 and Fig. 6.

双因素方差分析结果显示, 饲喂与未饲喂间的成虫死亡率差异极显著 ($P < 0.01$), 不同温度

处理间差异极显著 ($P < 0.01$), 且二者之间具有显著的交互作用 (表 1)。

2.2 低温储存时长对花绒寄甲产卵量的影响

经历不同的储存时间后, 花绒寄甲的产卵量均随时间变化呈现先升后降的规律 (图 3), 并且不同保存时间的花绒寄甲成虫产卵前期、产卵期、产卵量、产卵高峰等均不同。

低温储存 30 d 后取出的花绒寄甲产卵期为第 2 ~ 22 周, 第 7 ~ 9 周为产卵高峰期, 最高产卵量约 3 000 粒; 储存 60 d 后的花绒寄甲产卵期为第 3 ~ 23 周, 第 8 周为其产卵高峰周, 最高产卵量约 5 000 粒; 储存 90 d 后的花绒寄甲产卵期为第 2 ~ 21 周, 第 7 周为其产卵高峰周, 最高产卵量约 4 800 粒; 储存 120 d 后的花绒寄甲产卵期为第 2 ~ 19 周, 第 8 周为产卵高峰周, 最高产卵量约 4 000 粒; 储存 150 d 后的花绒寄甲产卵期为第 1 ~ 18 周, 第 7 周为产卵高峰周, 最高产卵量约 4 000 粒; 储存 240 d 后的花绒寄甲产卵期为第 3 ~ 19 周, 第 8 周为产卵高峰周, 最高产卵量约 4 000 粒; 储存 360 d 后花绒寄甲产卵期为第 6 ~ 8 周, 第 8 周为产卵高峰周, 最高产卵量约 3 000 粒; 储存 420 d

表 1 饲喂和储存温度对成虫累积死亡率影响的双因素方差分析表

Table 1 Two-factor analysis of variance of cumulative mortality rate of *Dastarcus helophoroides* adults for the temperature and feeding

差异源 Source	离差平方和 (SS) Sum of quares	df	方差 (MS)	F
喂养 Feeding	10 841.28	1	10 841.28	274.83
温度 Temperature	8 597.84	3	2 865.95	72.65
交互 Intercept	2 285.59	3	761.86	19.31
内部 Inner	946.75	24	39.45	
总计 Total	22 671.47	31		

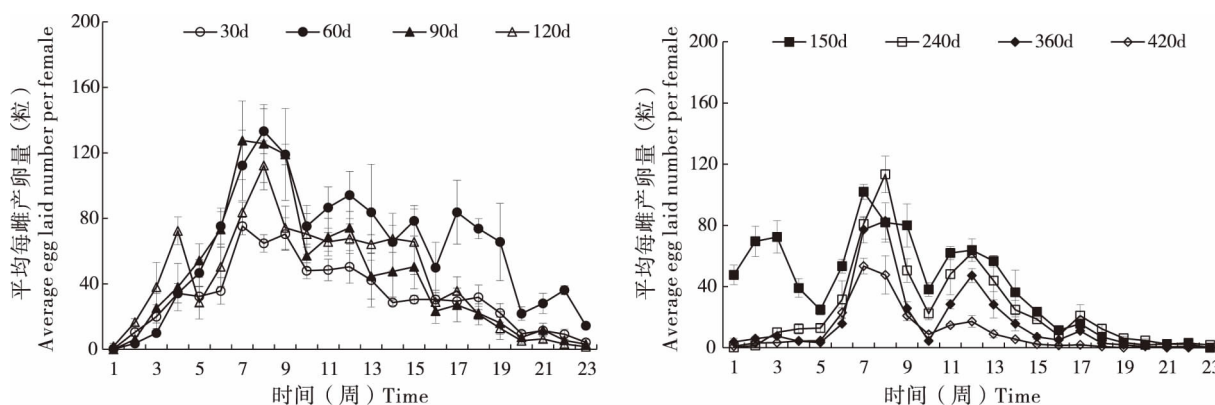


图3 冷藏不同时长花绒寄甲平均每雌产卵量 (粒)

Fig. 3 Average egg laid numbers of per *Dastarcus helophoroides* female after stored different period of adults at 12°C

后的花绒寄甲产卵期为第6~13周,第7周为产卵高峰周,最高产卵量约2 000粒。上述结果表明,花绒寄甲储存时间越长,其产卵期越短,产卵量越小。第7~9周的产卵量最高,为成虫的第1个产卵高峰期;第11~13周为成虫的第2个产卵高峰;13周之后产卵量逐渐降低。除保存60 d的成虫以外,其余保存时长的成虫到19周以后几乎不再产卵。

成虫经不同保存期后的累积产卵量不同,总体表现出随着储存时间延长产卵量下降的趋势(图4)。低温储存30 d的成虫累积产卵量为 25.94×10^3 粒,低温储存60 d后的成虫累积产卵量为 48.76×10^3 粒,低温储存90 d的成虫累积产卵量为 36.03×10^3 粒,低温储存120 d的成虫累积产卵量为 34.85×10^3 粒,低温储存150 d的成虫累积产卵量为 31.32×10^3 粒,低温储存240 d的成虫累积产卵量为 20.73×10^3 粒,低温储存360 d的成虫累积产卵量为 13.32×10^3 粒,低温储存420 d的成虫累积产卵量为 7.83×10^3 粒。各储

存时长的累积产卵量差异显著($F_{7,16} = 83.12$, $P < 0.001$)。储存60 d的花绒寄甲产卵量最高,其次为储存90、120、150、30、240和360 d的花绒寄甲,而储存420 d的花绒寄甲累积产卵量最低。

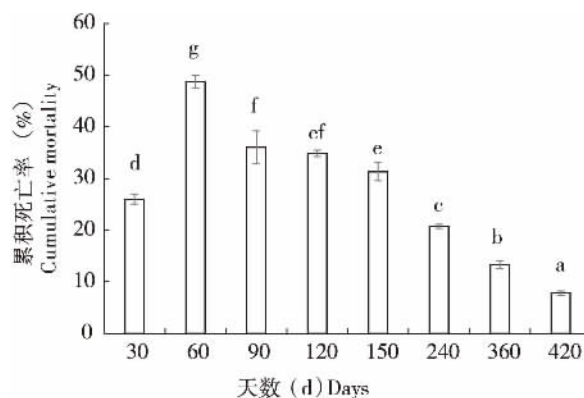


图4 储存不同时长花绒寄甲累积产卵量

Fig. 4 Cumulative egg laid numbers of per *Dastarcus helophoroides* female among different stored periods of adults at 12°C

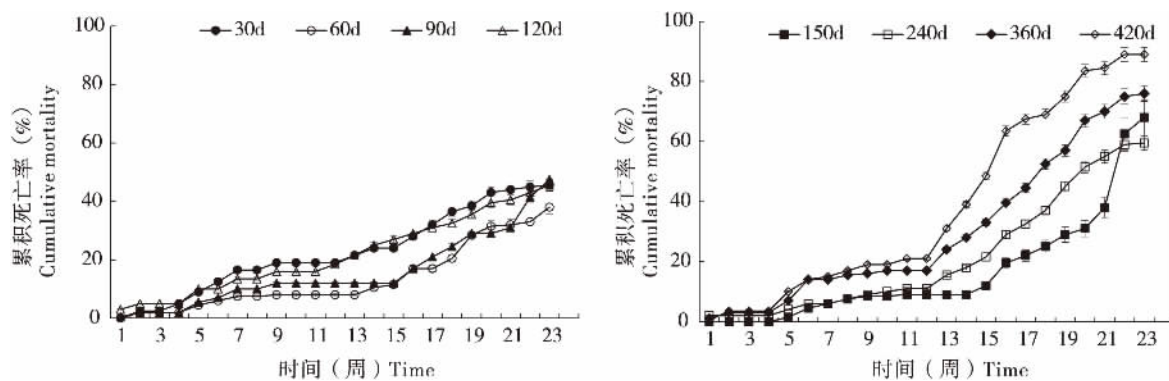


图5 12℃下不同储存时长的花绒寄甲累积死亡率

Fig. 5 Cumulative mortality rates of *Dastarcus helophoroides* adults when they stored in the different periods at 12°C

2.3 低温储存时长对花绒寄甲成虫寿命的影响

储存时长120 d以内的花绒寄甲成虫,累积死亡率分别为45.5%、38%、47.5%和45.5%,均低于50%(图5),且随着储存时间的延长累积死亡率升高,其中储存60 d的死亡率最低。保存150 d以上的花绒寄甲成虫,累积死亡率均在50%以上,分别为59.5%、76%、68%和89%,其中储存420 d的花绒寄甲饲养到第23周时累积死亡率达到100%。各处理间的累积死亡率差异显著($F_{7,16} = 36.32$, $P < 0.001$,图6)。

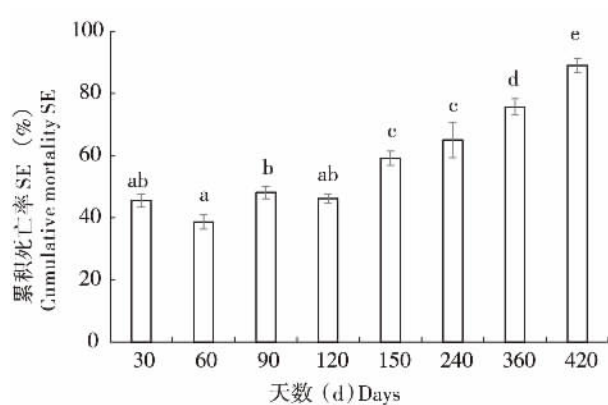


图6 12℃下不同储存时长的花绒寄甲累积死亡率

Fig. 6 Cumulative mortality rates of *Dastarcus helophoroides* adults between different stored periods at 12°C

3 结论与讨论

目前,生产中常用花绒寄甲成虫或卵防治光肩星天牛 *Anoplophora glabripennis*、星天牛 *Anoplophora chinensis*、松褐天牛 *Monochamus alternatus* Hope 等蛀干害虫。为了积累一定的天敌数量满足不同时期释放的需要,生产单位需要把花绒寄甲成虫或卵在一定条件下进行长期保存。对于花绒寄甲卵的保存技术已有一些报道(陈元生等, 2018; 路纪芳等, 2019), 而对于花绒寄甲成虫的保存研究尚未见报道。

低温储存是天敌昆虫保存的常用方法之一, 保存期间的温度、时间、方法等对于天敌的存活、生殖、搜索、寄生等均有一定的影响(陈元生等, 2018; 路纪芳等, 2019)。花绒寄甲成虫具有较强的耐寒能力(魏建荣等, 2008; 魏可等, 2015), 且寿命较长, 能够长期保存。已有研究显示, 在实验室条件下 (22.35 ± 4.72) $^{\circ}\text{C}$ 下可存活 12 年, 且能够持续产卵, 但羽化后第 4 年产卵量明显降低(苏建明等, 2016)。本研究结果也证明, 花绒寄甲成虫 12°C 下可以保存 360 d 以上, 其中保存 60 d 的成虫产卵量最高, 但随着保存时长增加, 产卵量下降。与 12°C 相比, 16°C 、 8°C 、 4°C 下均不利于花绒寄甲成虫的长期保存。然而, 很多使用单位无法提供低温储存条件, 只能将其置于室温下短期保存, 由于 16°C 保存 4 个周以后死亡率开始增加, 可以推断在室温条件下且不进行饲喂短期保存是可以的。可见花绒寄甲成虫相比较卵卡也更适于长途运输, 如果在成虫运输过程中采取加入冰块、降低包装密度等措施, 对于成虫的运输更为有利。

此外, 花绒寄甲成虫的保存寿命也受到温度、时长及饲喂的影响。未饲喂的花绒寄甲直接进行冷藏保存更有利于其存活, 其死亡率低于饲喂的花绒寄甲。通过对比花绒寄甲成虫在 (16 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 、(12 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 、(8 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 和 (4 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 下保存不同时长的存活率, 12°C 下的死亡率最低, 随成虫保存时长的增加, 花绒寄甲的寿命逐渐缩短。可见, 保存温度高 (16°C) 或低 (8°C 、 4°C) 均不利于成虫的长期保存, 这可能是由于在不适合的温度下, 花绒寄甲成虫消耗过多的营养, 不利于其存活。上述研究结果为天敌生产单位保存花绒寄甲成虫、延长成虫的货架期打下了理论基础, 也为

天牛防治需要释放花绒寄甲的具体时间、释放数量等提供技术指导, 以达到生物防治的最大效益化。

对于成虫为何在没有补充营养条件的情况下反而存活率较高, 一种可能是成虫饲料并不适合, 另一种可能则是花绒寄甲成虫本身的代谢率不高, 在摄入食物后进行冷藏, 在低温条件下其食物没有进行有效的转化, 反而在昆虫体内产生一些有毒的物质, 影响了成虫的寿命。

花绒寄甲作为多种天牛的优势天敌, 在很多地方得到应用, 对多种天牛表现出较好的控制作用, 被证明是一种控制光肩星天牛、星天牛等的有效天敌。本研究结果也证实不同冷藏时长的花绒寄甲成虫释放到林间后会存在存活率、生殖力不同, 从而影响到天牛的生物防治效果。但目前在天敌昆虫的生产和应用中均未考虑保存时长对天敌防治效果的影响, 这可能是造成花绒寄甲当前生物防治效果不稳定的一个因素。因此, 根据该试验结果, 通过对不同保存时长花绒寄甲存活率和生殖力的估计, 可以为花绒寄甲成虫的释放量、释放时间等提供指导, 避免天敌使用不科学, 造成防治效果差或浪费天敌的情况发生。

参考文献 (References)

- Chen YS, Chen SK, Yu HP, *et al.* Effects of low temperature treatment on storage and hatchability of eggs of *Dastarcus helophoroides* [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2018, 47 (1): 73–77. [陈元生, 陈胜魁, 于海萍, 等. 低温处理对花斑花绒寄甲卵储藏及孵化率的影响 [J]. 河南农业科学, 2018, 47 (1): 73–77]
- Lei Q, Chen JF, Huang N, *et al.* Artificial fodder ingredient for *Dastarcus longulus* adults [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2005, 2 (3): 259–271. [雷琼, 陈建锋, 黄娜, 等. 花绒寄甲成虫人工饲料的筛选研究 [J]. 中国农学通报, 2005, 21 (3): 259–271]
- Lu JF, Zhan MK, Zhao B, *et al.* Effect of storage conditions on egg hatchability and parasitism rate of *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothriidae) [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (4): 851–856. [路纪芳, 展茂魁, 赵斌, 等. 储存条件对花绒寄甲孵化率和寄生率的影响 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (4): 851–856]
- Li XJ, Dong GP, Zhang YL, *et al.* Effects of different collecting times and different temperature treatments on egg hatch abilities of *Dastarcus helophoroides* [J]. *Anhui Forestry Science and Technology*, 2011, 37 (6): 12–14. [李晓娟, 董广平, 张彦龙, 等. 不同采集时间及温度处理对花绒寄甲卵孵化率的影响 [J]. 安徽林业科技, 2011, 37 (6): 12–14]
- Qin XX, Gao RT. Studies on bionomics and application of *Dastarcus*

- longulus Sharp [J]. *Entomological Knowledge*, 1988, 25 (2): 109 – 112. [秦锡祥, 高瑞桐. 花绒寄甲生物学特性及其应用研究 [J]. 昆虫知识, 1988, 25 (2): 109 – 112]
- Qiu LF, Li ZQ, Xue Y, *et al.* Control effects on the longhorn beetles on willow trees by release of parasitoid *Dastarcus helophoroides* [J]. *Journal of Green Science and Technology*, 2019, 7: 123 – 125. [仇兰芬, 李志强, 薛洋, 等. 花绒寄甲光肩星天牛生物型控制柳树天牛的试验研究 [J]. 绿色科技, 2019, 7: 123 – 125]
- Qu Y, Zhao LL, Gao PP, *et al.* *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae) Caspase – 1 gene expression in different stages [J]. *Acta Agriculturae Boreali – occidentalis Sinica*, 2015, 24 (12): 169 – 174. [屈赞, 赵乐乐, 高盼盼, 等. 花绒寄甲 Caspase – 1 基因在不同虫态的表达 [J]. 西北农业学报, 2015, 24 (12): 169 – 174]
- Su JM, Hao CF, Li ML. Female reproductive system of *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire) (Coleoptera: Bothrideridae) [J]. *Journal of Northwest A & F University* (Nat. Sci. Ed.), 2016, 44 (4): 100 – 108. [苏建明, 赫春风, 李孟楼. 花绒寄甲雌雄生殖系统的解剖结构 [J]. 西边农林科技大学学报 (自然科学版), 2016, 44 (4): 100 – 108]
- Tang YL, Yang ZQ, Wang XY, *et al.* Biocontrol of oak longhorn beetle, *Massicus raddei* by releasing parasitoid *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae) adults and eggs [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2012, 48 (7): 186 – 191. [唐艳龙, 杨忠岐, 王小艺, 等. 释放花绒寄甲成虫和卵防治栗山天牛 [J]. 林业科学, 2012, 48 (7): 186 – 191]
- Wei K, Zhang YN, Yang ZQ, *et al.* Overwintering and cold tolerance of a parasitic natural enemy, *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae) in Gansu Province [J]. *Forest Research*, 2015, 28 (4): 588 – 592. [魏可, 张益楠, 杨忠岐, 等. 花绒寄甲在甘肃地区越冬情况和耐寒能力调查 [J]. 林业科学研究, 2015, 28 (4): 588 – 592]
- Wei JR, Yang ZQ, Niu YL, *et al.* Distribution and ecological biology of *Dastarcus helophoroides* [J]. *Forest Pest and Disease*, 2009, 28 (1): 16 – 18. [魏建荣, 杨忠岐, 牛艳玲, 等. 花绒寄甲的分布与生态学习性补充调查 [J]. 中国森林病虫, 2009, 28 (1): 16 – 18]
- Wu DS, Gao SK, Tang YL. Study on biological control of *Monochamus alternatus* Hope by releasing natural enemies [J]. *Forest Pest and Disease*, 2017, 36 (2): 10 – 12, 15. [吴东生, 高尚坤, 唐艳龙. 释放天敌防治松褐天牛技术研究 [J]. 中国森林病虫, 2017, 36 (2): 10 – 12, 15]
- Yang ZQ. Advance in bio – control researches of the important forest insect pests with natural enemies in China [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2004, 20 (4): 221 – 227. [杨忠岐. 利用天敌昆虫控制我国重大林木害虫研究进展 [J]. 中国生物防治, 2004, 20 (4): 221 – 227]
- Yang ZQ, Li ML, Lei Q, *et al.* Effects of temperature on development and reproduction of *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae) [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2012, 28 (1): 9 – 14. [杨忠岐, 李孟楼, 雷琼等. 温度对花绒寄甲发育和生殖的影响 [J]. 中国生物防治学报, 2012, 28 (1): 9 – 14]
- Zhang LS, Chen HY, Li BP. Mass – rearing and Utilization of Insect Natural Enemies [M]. Beijing: China Agricultural Science and technology Press, 2014. [张礼生, 陈红印, 李保平. 天敌昆虫扩繁与应用 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2014]
- Zhang YL, Yang ZQ, Zhang YN, *et al.* Biocontrol of the overwinter *Monochamus alternatus* with *Dastarcus helophoroides* [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2014, 50 (3): 92 – 98. [张彦龙, 杨忠岐, 张翌楠, 等. 利用花绒寄甲防治越冬后松褐天牛试验 [J]. 林业科学, 2014, 50 (3): 92 – 98]