

DOI:10.13275/j.cnki.lykxyj.2020.04.003

花绒寄甲卵储存时长对其幼虫发育和成虫数量的影响

王丽娜, 唐艳龙*, 蔡洪广, 钱正敏

(遵义师范学院生物与农业科技学院, 贵州省赤水河流域动物资源保护与应用研究重点实验室 贵州 遵义 563002)

摘要: [目的] 明确花绒寄甲卵储存条件对其幼虫和蛹发育历期及成虫羽化数量的影响。[方法] 观察和记录了经不同储存时长的花绒寄甲卵的孵化率的变化。同时, 将初孵幼虫接入寄主, 观察寄甲幼期发育和羽化情况。[结果] 表明, 在 12℃, RH 60% 条件下, 寄甲卵储存时长对其孵化率、幼虫期、蛹期、结茧率、羽化率以及数量和体质量均有显著影响。当卵储存时长小于 45 d 时, 其孵化率均大于 92.6%, 之后开始显著下降。储存 60 d, 孵化率下降到 62.1%, 储存 90 d 后其孵化率为 0。其结茧率从储存 0 d 的 45.7% 上升到 15 d 的 54.8%, 之后开始下降, 储存 60 d, 结茧率显著下降到仅有 26.1%。不同储存时长下, 其羽化率介于 80.7%~96.2% 之间。其幼虫期随卵储存时长的增长而总体延长, 而蛹期呈不规则变化。成虫羽化数以卵储存 15 d 的处理最多, 平均为 5 头·个⁻¹ 寄主, 之后开始下降, 储存 30 d, 数量下降到 4 头, 储存 45 d 和 0 d 的数量一样, 平均约为 3 头, 储存 60 d, 数量下降到约 2 头, 储存 75 d, 数量下降到不足 1 头。储存 15 d, 成虫单头体质量最大, 平均为 0.030 g·头⁻¹, 显著高于其他处理。[结论] 综合以上结果表明, 在 12℃, RH 60% 条件下, 花绒寄甲卵的适宜储存时长为 45 d 内, 而储存 15 d 对花绒寄甲的发育最有利。

关键词: 花绒寄甲; 卵; 储存时长; 孵化率; 发育历期

中图分类号: Q968.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1498(2020)04-0019-07

近年来, 林木病虫害在我国发生日益严重, 特别以松褐天牛 (*Monochamus alternatus* Hope)^[1]、光肩星天牛 [*Anoplophora glabripennis* (Forster)]^[2]、云斑天牛 [*Batocera horsfieldi* (Hope)]^[3]、栗山天牛 (*Massicus raddei* Blessig)^[4] 等为代表的天牛类蛀干害虫, 已成为我国林木上最严重的虫害之一。松褐天牛是松材线虫病 (*Bursaphenichus ylophilus* (Steiner & Buhrer) Nickle) 在我国最主要的传播媒介, 防治松褐天牛成为有效防控松材线虫病的主要措施之一^[5]。松褐天牛卵、幼虫和蛹均生活在树木体内, 常规的化学防治和物理防治很难达到虫体导致防治效果较差。而化学农药的过量使用对生态环境造成了很大的影

响, 因此生物防治天牛不仅可以有效控制害虫的发生, 而且对环境友好^[6]。

花绒寄甲 (*Dastarcus helophoroides* Fairmaire), 又称花绒坚甲、花绒穴甲, 外寄生在林木钻蛀性害虫天牛的幼虫、蛹或未完全羽化的成虫体上, 是当前寄生中大型天牛类害虫最重要的天敌, 在多种天牛类害虫的防治上作用明显^[7]。当前, 我国每年繁育上千万头花绒寄甲成虫和上亿头花绒寄甲卵来防治天牛类害虫^[6]。在实际应用中, 既可以释放花绒寄甲成虫亦可以释放花绒寄甲卵来防治天牛, 释放成虫成本较高, 李孟楼等^[8]研究了释放花绒寄甲卵防治光肩星天牛, 唐艳龙等^[9]研究了释放花绒寄甲

收稿日期: 2019-07-01 修回日期: 2019-08-14

基金项目: 国家重点研发计划资助项目 (2018YFC1200400); 遵义师范学院博士启动基金 (遵师 BS201705); 贵州省科技厅自然科学基金 (黔科合 LH 字 [2015]7031 号)

* 通讯作者: 唐艳龙, 男, 副教授, 研究方向为害虫生物防治, E-mail: 15120086160@163.com

卵防治栗山天牛, 温小遂等^[10]研究了释放花绒寄甲卵防治松褐天牛, 效果均较好而成本较低。利用花绒寄甲来防治天牛, 最佳释放时间一般较短。而在短期内需要大量释放花绒寄甲卵, 就必须提前生产和储存花绒寄甲卵, 这就必须明确花绒寄甲卵的最宜储存时长。在室内大量繁育花绒寄甲的过程中, 同样需要储存卵。陈元生等^[11]研究了低温储存卵对孵化率的影响, 但未涉及对其发育和数量的影响。基于此, 本研究在低温条件下储存花绒寄甲卵, 研究了储存时长对花绒寄甲卵孵化率、子代发育和数量等指标的影响, 以期明确低温下花绒寄甲卵的最宜储存时长, 为利用花绒寄甲卵防治天牛类害虫提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验所用花绒寄甲卵为国家林业局贵州省天敌繁育中心提供, 收集花绒寄甲同一天产下的卵若干备用。所用大麦虫 (*Zophobas atratus*) 为市场购得, 收集化蛹时间在 1 d 以内的嫩蛹作为替代寄主。

1.2 实验方法

1.2.1 花绒寄甲卵的储存 选择若干上述花绒寄甲卵, 置于盒盖打孔的黑色塑料保鲜盒内, 放入低温气候箱 (光周期为全暗, 温度为 12℃, 湿度为 60%) 内贮藏。

1.2.2 接种 上述花绒寄甲卵分别储存 0、15、30、45、60、75 和 90 d 后分批取出, 置于温度为 27℃、湿度为 60% 的光照培养箱中培养, 光周期为 L:D=16 h:8 h, 光照强度为 3 000 Lux。待幼虫孵化后及时接种 (1 d 内接完)。将孵化的花绒寄甲幼虫接到新鲜大麦虫虫蛹上 (蛹龄 1 d 内)。每头蛹接 10 头花绒寄甲幼虫, 接幼虫时不可太过用力以免伤害到幼虫, 且要确保所接上的幼虫是活的 (活的幼虫当用笔尖触碰到时其躯体会弯曲)。为确保幼虫都成功接上, 接种前取一洁净无盖黑色塑料保鲜盒, 用毛笔选 10 头幼虫置于盒内, 之后进行接种, 接上虫后观察笔尖是否有残留幼虫或盒里是否有掉落的幼虫以保证接种数量一致。然后将接好的虫蛹装到口径 1.2 cm、容积 4 mL 的昆虫管并用棉塞封口 (装管时虫蛹头部统一朝底部), 装到无盖黑色塑料保鲜盒, 每管做好编号后再放入人工气候箱。每组接种大麦虫蛹 30 头。

1.2.3 观察与记录 整个实验过程每天观察一次, 记录相关数据。

幼虫孵化率: 接种完的卵卡放置一周直至再无幼虫孵化后, 在体视镜下计数每张卵卡上总的卵粒数和已孵化的卵粒数。按公式: 孵化率 (%) = 孵化卵粒数/总卵粒数, 计算孵化率。已孵化的卵在体视镜下可见其上有小孔 (小孔即为幼虫孵化时留下), 另外幼虫孵化一般都是从卵粒的两端破壳而出, 且相邻并排着的大都朝同一方向孵化。刚产出的卵为乳白色, 近孵化时逐渐变为黄褐色^[12-13], 而未孵化出幼虫的卵粒较已孵化的颜色更深且卵粒完整无破口, 可以作为卵孵化与否的判定标准。

幼虫期及结茧率: 从接种的时间到老熟幼虫结茧的时间即为幼虫期。花绒寄甲老熟幼虫吐丝结茧时间较短, 一般在 1 d 内即可完成。观察记录每管结茧数量, 即可计算结茧率 (%) = 结茧数量/接种头数 (10)。

蛹期、羽化率及子代数: 从结茧日期到羽化日期即为蛹期。观察到有成虫羽化后, 记录日期, 待多数成虫都羽化后, 将已羽化的成虫取出计数, 将未羽化的茧仍置于培养箱内观察 30 d, 然后计数每管所有羽化的成虫头数, 按公式羽化率 (%) = 羽化数/结茧数, 计算羽化率。

成虫单头体质量 (平均): 用电子天平称量每管成虫体质量然后求其均值记为该管成虫平均单头体质量。

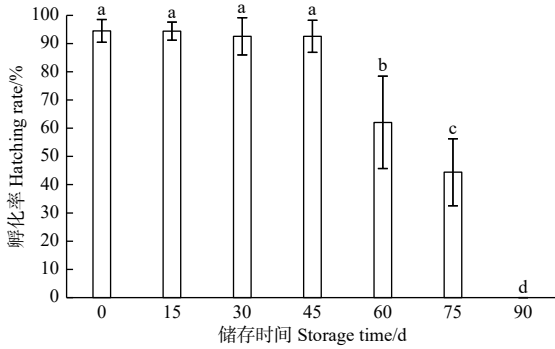
1.3 数据处理

实验所得数据用 DPS 进行方差分析, 并用 LSD 法比较各处理间的差异。所有百分率数据均用对数化后进行分析。

2 结果与分析

2.1 储存时长对花绒寄甲卵孵化率的影响

储存时长对花绒寄甲卵的孵化率有显著影响 ($F=408.938$, $df=6,199$, $p<0.05$)。储存 45 d 以内, 卵的孵化率都高达 92.0% 以上, 储存 0 d、15 d、30 d、45 d 的卵卡, 卵的孵化率无显著差异。储存 60 d 后, 卵的孵化率显著下降至 62.1%, 储存 75 d 后, 卵的孵化率进一步下降到 44.4%, 而储存 90 d 后, 卵的孵化率下降为 0。随着卵卡储存时长的增长, 花绒寄甲卵的孵化率逐渐下降 (图 1)。



注: 图中不同小写字母表示在 5% 水平差异显著, 下同。

Note: Different letters on the column indicate significant difference ($P < 0.05$), the same below.

图1 花绒寄甲卵经不同储存时长条件下的孵化率
Fig. 1 Hatching rate of *D. helophoroides* eggs at different storage periods

2.2 花绒寄甲卵储存时长对其幼虫期的影响

花绒寄甲卵储存时长对其幼虫期影响显著 ($F=28.916$, $df=5, 159$, $p < 0.05$)。其中, 储存时长为 75 d 时, 其幼虫期最长, 平均为 15.1 ± 2.1 d, 显著长于其他处理。储存 15 d、45 d 与 60 d 的卵, 其幼虫期次之, 平均为 12.5 ± 1.0 d、 12.7 ± 1.5 d、 12.4 ± 1.4 d, 三者间无显著差异。储存 0 d 和 30 d 的卵, 其幼虫期最短, 为 9.5 ± 3.1 d、 9.6 ± 1.1 d, 两者间差异不显著 (图 2)。

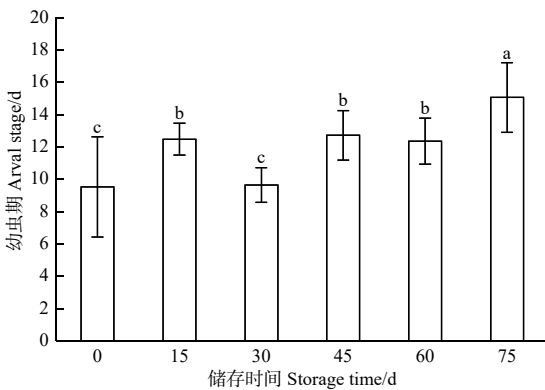


图2 花绒寄甲卵经不同储存时长条件下幼虫的发育历期
Fig. 2 Larval stage of *D. helophoroides* larvae after eggs were stored for different periods

2.3 花绒寄甲卵储存时长对幼虫结茧率的影响

花绒寄甲卵储存时长对其结茧率影响显著 ($F=15.444$, $df=5, 159$, $p < 0.05$)。其中, 储存时长为 0 d、15 d、30 d 时, 其结茧率较高, 分别为 45.7%、54.8%、51.4%。储存 45 d, 其结茧率次之, 平均为 42.4%, 显著高于 60 d、75 d 两个处

理。储存时长为 60 d 时, 其结茧率下降至 26.1%, 至 75 d, 下降到最低, 为 15.3% (图 3)。

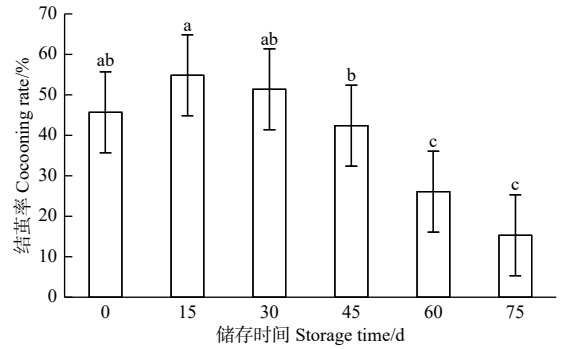


图3 花绒寄甲卵经不同储存时长条件下的幼虫结茧率
Fig. 3 Cocooning rate of *D. helophoroides* larvae after eggs were stored for different periods

2.4 花绒寄甲卵储存时长对其蛹期的影响

花绒寄甲卵储存时长对其蛹期影响显著 ($F=5.921$, $df=5, 144$, $p < 0.05$)。其中, 储存 0 d、15 d、30 d、60 d 的处理, 其蛹期较长, 分别为 30.4 ± 2.9 d、 29.6 ± 2.9 d、 30.7 ± 2.2 d、 29.4 ± 2.4 d, 四者之间无显著差异。储存 45 d、75 d 的处理, 其蛹期有所缩短, 平均为 27.7 ± 1.9 d 和 27.5 ± 2.7 d, 两者间差异不显著 (图 4)。

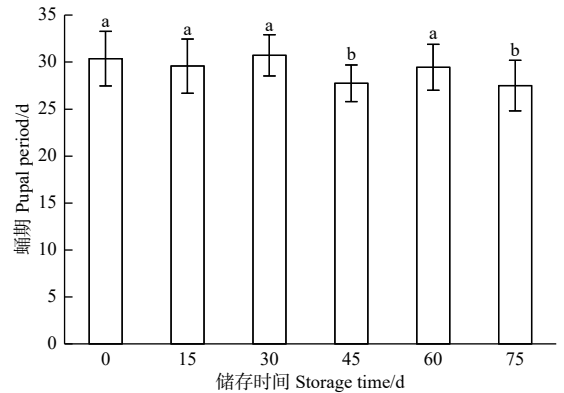


图4 花绒寄甲卵经不同储存时长条件下蛹的发育历期
Fig. 4 Pupal period of *D. helophoroides* pupa after eggs were stored for different periods

2.5 花绒寄甲卵储存时长对蛹羽化率的影响

花绒寄甲卵储存时长对蛹的羽化率有一定影响 ($F=1.62$, $df=5, 150$, $p < 0.05$)。其中储存 15 d 的, 其蛹的羽化率最高为 96.2%, 储存 0 d 的羽化率最低, 为 80.7%, 其他处理介于两者之间, 羽化率介于 87.3%~91.1% 之间 (图 5)。

2.6 花绒寄甲卵储存时长对羽化数量的影响

花绒寄甲卵储存时长对其羽化数量影响显著

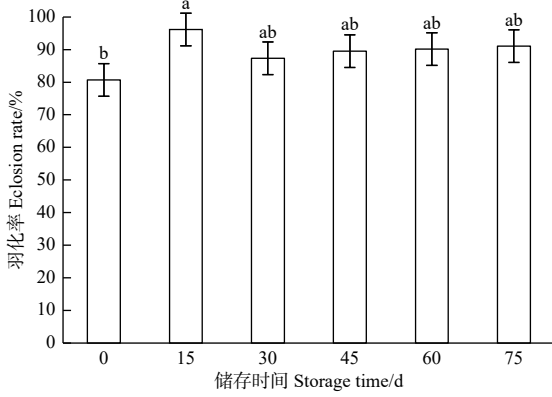


图5 花绒寄甲卵经不同储存时长条件下蛹的羽化率

Fig. 5 Eclosion rate of *D. helophoroides* pupae after eggs were stored for different periods

($F=20.069$, $df=5$, 179 , $p<0.05$)。其中, 储存时长为 15 d 时, 其子代数量最多, 平均为 5 头, 显著多于其他处理。储存 0 d、30 d、45 d, 其子代数量次之, 平均为 3~4 头, 三者之间差异不显著。储存时间大于 60 d, 其子代数量进一步下降, 至 75 d, 其子代数量下降到最少, 平均不足 1 头 (图 6)。

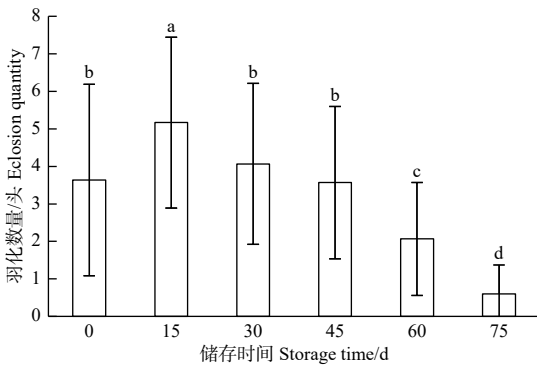


图6 花绒寄甲卵经不同储存时长条件下成虫的羽化数量

Fig. 6 Eclosion numbers of *D. helophoroides* adults after eggs were stored for different periods

2.7 花绒寄甲卵储存时长对成虫单头体质量的影响

花绒寄甲卵储存时长对成虫单头体质量亦有显著影响 ($F=4.42$, $df=5$, 150 , $p<0.05$)。其中储存 15 d 的处理, 其成虫单头体质量最大, 平均为 0.030 g, 而储存 0 d、30 d、60 d、75 d 的处理, 单头体质量在 0.022~0.025 g 之间, 储存 30 d 的处理最轻, 平均只有 0.022 g (图 7)。

3 讨论

当前, 以光肩星天牛、松褐天牛、星天牛 [4.

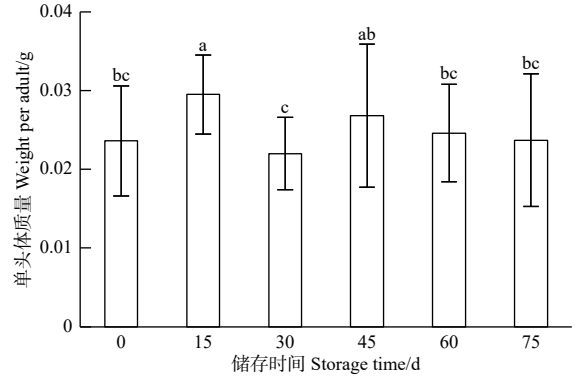


图7 花绒寄甲卵经不同储存时长条件下成虫的单头体质量

Fig. 7 Weight of per *D. helophoroides* adult after eggs were stored for different periods

chinensis (Forster)]、栗山天牛、云斑天牛、锈色粒肩天牛 [*Apriona swainsoni* (Hope)] 和桔褐天牛 [*Nadezhdilla cantori* (Hope)] 等为代表的天牛类害虫已成为我国林业上的重要害虫, 每年造成大量树木枯死^[5]。天牛类害虫天敌较多, 其中花绒寄甲是迄今发现的中大型天牛类蛀干害虫最为有效的天敌, 其对松褐天牛的自然寄生率平均为 20%~30%^[12], 最高寄生率可达 79.1%^[13], 其对栗山天牛的自然寄生率平均达 10%~30%^[4, 14]。早在上世纪 80 年代, 周嘉熹等^[15]将陕西洋县发现的花绒寄甲引入甘肃防治黄斑星天牛 (*Anoplophora nobilis* Gangibaeur), 取得了不错的防治效果, 这是我国最早应用花绒寄甲防治害虫的研究。之后, 王卫东等^[16-17]和雷琼等^[18-19]陆续开展了有关花绒寄甲的生物学特点、人工繁育和应用研究, 这一时期, 繁育花绒寄甲主要依靠人工获取天牛类害虫作为寄主, 因而成本较高, 繁殖量受限, 推广应用较少, 虽然王卫东等^[17]和雷琼等^[19]先后设计了一些花绒寄甲幼虫和成虫的人工饲料, 但繁殖成功率较低, 因而也没有大量应用。至 2006 年, 中国林业科学研究院杨忠岐教授团队攻克了花绒寄甲成虫室内大量产卵、花绒寄甲成虫的人工饲料和筛选出优良的替代寄主三大难题, 花绒寄甲的繁育和应用迎来了快速发展^[20]。在这一时期, 东北三省栗山天牛爆发成灾^[4], 光肩星天牛对“三北”防护林危害日益严重^[2], 南方各省松褐天牛种群迅速扩大^[1], 花绒寄甲被大量繁育并投放到林间防治害虫, 对这些害虫的控制起到了重要作用, 特别是栗山天牛, 通过连续 3 个世代的投放控制, 其危害程度已逐渐下降, 栗山天牛曾经是吉林省头号林业害虫, 如今已下降为次要害虫, 部分

地区已很难见到^[6]。从2006年至今,我国先后在吉林省梅河口市、辽宁省宽甸县、北京市房山区、河南省漯河市、湖南省长沙市、湖北省神农架林区、江西省都昌县、江苏省南京市、安徽省合肥市和贵州省遵义市建立了多个天敌繁育中心,每年繁育大量的花绒寄甲等天敌昆虫用于林间防治害虫,当前每年繁育的花绒寄甲成虫已达上千万头,卵上亿粒^[6,9,21-23]。并且依据从不同寄主上发现的不同花绒寄甲生物型分开繁育,进一步提高了寄生效率^[24]。国外对花绒寄甲的研究和应用较少,目前仅日本有科学家开展了有关花绒寄甲的繁育和应用研究^[25],虽然对松褐天牛亦有较好的作用,但因为缺乏突破人工繁育的瓶颈,因而并没有大量繁育和应用的报道。

最早利用花绒寄甲防治天牛类蛀干害虫以释放成虫为主,之后李孟楼等^[8]和杨忠岐等^[6]提出可以释放花绒寄甲卵来防治。当前,应用花绒寄甲防治害虫,有释放成虫和卵两种方式。两种方式各有优缺点,释放成虫,优点是成虫会飞,可以自己寻找害虫寄生,这样可以减少释放成本,而且成虫会在适宜的地方产卵,受温湿度条件影响较小,缺点是成虫的成本仍然相对较高,释放后没有地方躲藏会飞走^[26]。为了进一步减少释放成本,近年来,开始尝试应用无人机释放花绒寄甲成虫,董广平等^[27]报道了利用无人机释放花绒寄甲防治松褐天牛,检查寄生率达40.74%,可以预见的是,利用无人机释放花绒寄甲必将得到广泛应用,特别是在我国南方坡度较大的林区。释放卵,优点是释放后起作用较快,可以对靶标树木起作用,成本也较低,缺点是受温湿度和其他昆虫影响大,特别是在南方多雨的季节,卵释放后容易被雨水冲刷,也容易被蚂蚁等捕食^[28]。为了减少环境条件对花绒寄甲卵的影响,在实际使用过程中,除了储存条件之外,运输过程中的温湿度和时间等环境条件也需要研究明确,以形成标准化的规范。为了减少降雨对花绒寄甲卵的影响,温小遂等^[10]提出先在室内恒温下将花绒寄甲卵放置一段时间,待卵即将羽化时再释放到林间以提高其孵化率。这样就可以根据温湿度条件和天气情况,调整释放卵的时机,以提高寄生效率。

对花绒寄甲而言,寄主蛹是最佳的寄生虫态。由于寄主蛹期时间较短,因而,利用花绒寄甲防治

天牛类蛀干害虫,不论是释放成虫还是释放卵,释放时机非常关键。温小遂等^[10]研究利用花绒寄甲防治松褐天牛,江西省最佳释放时间是在3月下旬至4月中旬(松褐天牛蛹前期和蛹期)。而在辽宁省防治栗山天牛,最佳释放时间在6月^[4]。

实验还发现,适当的低温锻炼,对花绒寄甲的发育是有利的。储存15 d的卵,其孵化率、结茧率和羽化率均最高,平均为94.5%、54.8%和96.2%,其羽化数最多,平均为5.2头,单头体质量最大,平均为0.030 g。幼虫期和蛹期中等,为12.5 d和29.6 d。其幼虫发育历期、羽化率、羽化数量和单头体质量都显著高于不储存的处理,结茧率也高于对照,而孵化率和蛹的发育历期与对照相当。低温锻炼花绒寄甲卵不仅有利于促进发育,也有利于提高寄生效率。这一现象产生的机理值得深入研究。

4 结论

花绒寄甲卵在低温下(12℃,其发育起点温度为12.8℃^[29])较耐储存,其最佳储存时长为45 d。储存45 d内,其孵化率都高达92%以上,储存60 d,其孵化率明显下降至62.1%,储存75 d后,卵的孵化率进一步下降到44.4%,而储存90 d后,卵的孵化率下降为0。此结论与陈元生等^[30]的研究结果有所不同,可能是储存温度不同导致的。

低温储存花绒寄甲卵亦会影响其活力,储存时长对幼虫期、结茧率、蛹期、羽化率、羽化数和单头体质量均有显著影响。储存时长45 d内,其结茧率、羽化率、羽化数和单头质量均较高,超过60 d,这些指标均显著下降。幼虫期随卵储存时长的增长总体延长,而蛹期呈不规律变化。

参考文献:

- [1] 张心团,赵和平,樊美珍,等.松墨天牛生物学特性的研究进展[J].安徽农业大学学报,2004,31(2):156-157.
- [2] 高瑞桐,李国宏.我国光肩星天牛研究回顾及发展趋势[J].昆虫知识,2001,38(4):252-258.
- [3] 高瑞桐,王宏乾,徐邦新,等.云斑天牛补充营养习性及其与寄主树关系的研究[J].林业科学研究,1995,8(6):619-623.
- [4] 唐艳龙.栗山天牛的生态学特性及其生物防治技术研究[D].北京,中国林业科学研究院,2011.
- [5] 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.
- [6] Yang Z Q, Wang X Y, Zhang Y N. Recent advances in biological control of important native and invasive forest pests in China[J]. Bio-

- logical Control, 2014, 68(1): 117-128.
- [7] 魏建荣, 杨忠岐, 马建海, 等. 花绒寄甲研究进展[J]. 中国森林病虫, 2007, 26(3): 23-25.
- [8] 李孟楼, 李有忠, 雷 琼, 等. 释放花绒寄甲卵对光肩星天牛幼虫的防治效果[J]. 林业科学, 2009, 45(4): 78-82.
- [9] 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.
- [10] 温小遂, 廖三腊, 唐艳龙, 等. 释放花绒寄甲卵防治松褐天牛技术[J]. 林业科学, 2017, 53(10): 133-138.
- [11] 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.
- [12] 李广武, 邵桂英, 俞伯能. 松墨天牛初步观察[J]. 昆虫知识, 1986, 23(4): 169-170.
- [13] 黄焕华, 许再福, 杨忠岐, 等. 松褐天牛的重要天敌花绒坚甲[J]. 广东林业科技, 2003, 19(4): 76-77.
- [14] 高峻崇, 山广茂, 赵海滨, 等. 吉林省首次发现捕食栗山天牛的天敌—花绒坚甲[J]. 吉林林业科技, 2003, 32(1): 45-47.
- [15] 周嘉熹, 鲁新政, 逯玉中. 引进花绒寄甲防治黄斑星天牛试验报告[J]. 昆虫知识, 1985, 22(2): 84-86.
- [16] 王卫东, 小仓信夫. 花绒穴甲室内发育研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(4): 43-47.
- [17] 王卫东, 赵 军, 小仓信夫. 花绒穴甲幼虫人工饲料的开发研究[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(4): 48-51.
- [18] 雷 琼, 李孟楼, 杨忠岐. 花绒寄甲的生物学特性研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2003, 31(2): 62-66.
- [19] 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): 259-261, 271.
- [20] 杨忠岐, 张翌楠. 人工繁殖花斑花绒寄甲及应用于防治松褐天牛的方法[P]. 中国, 2005, ZL200810114181.5.2013-5-1.
- [21] 魏建荣, 牛艳玲. 西安城区环境中释放花绒寄甲成虫对光肩星天牛的生物防治效果评价[J]. 昆虫学报, 2011, 54(12): 1399-1405.
- [22] 张彦龙, 杨忠岐, 王小艺. 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.
- [23] 王晓红, 杨忠岐, 王小艺, 等. 利用3种寄生性天敌防治锈色粒肩天牛[J]. 林业科学, 2014, 50(1): 103-108.
- [24] Wei J R, Yang Z Q, Poland T M, *et al.* Parasitism and olfactory responses of *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Bothrideridae) to different Cerambycid hosts[J]. Biocontrol, 2009, 54(6): 733-742.
- [25] Urano T. Preliminary release experiments in laboratory and outdoor cages of *Dastarcus helophoroides* (fairmaire) (Coleoptera: Bothrideridae) for biological control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae)[J]. Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute, 2003, 2(4): 255-262.
- [26] 唐艳龙, 高尚坤, 张彦龙, 等. 花绒寄甲寄生松褐天牛的关键环境因子研究[J]. 中国生物防治学报, 2015, 31(6): 830-835.
- [27] 董广平, 李晓娟, 郭婉琳. 利用无人机投放天敌昆虫花绒寄甲防治松褐天牛研究[J]. 林业科技通讯, 2018, 8: 40-42.
- [28] 李晓娟, 董广平, 张彦龙, 等. 保存时间及模拟降雨对花绒寄甲卵野外孵化率的影响[J]. 中国森林病虫, 2012, 31(2): 33-35.
- [29] 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.
- [30] 高尚坤. 利用生命表技术评价生物防治松褐天牛控制松材线虫病效果研究[D]. 北京, 中国林业科学研究院, 2016.

Effect of Egg Storage Period on the Larva and Pupa Developmental Duration and Adult Quantity of *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire)

WANG Li-na, TANG Yan-long, CAI Hong-guang, QIAN Zheng-min

(College of Biology and Agriculture, Zunyi Normal University, Key Laboratory of Regional Characteristic for Conservation and Utilization of Zoology Resource in Chishui River Basin, Zunyi 563002, Guizhou, China)

Abstract: [Objective] To understand the effects of egg storage period on the immature development and adult quantity of *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire). [Method] Six groups of fresh parasitoid eggs were stored for 0, 15, 30, 45, 60, 75, and 90 days in the condition of 12°C and RH 60%. These parasitoid eggs treated were then placed at 27°C and RH 60% for hatching. The newly hatched parasitoid larvae were inoculated on a host, and the immature durations, cocooning rate, eclosion rate, numbers of adults, and weight of individual adult were subsequently recorded. [Result] The results showed that different low-temperature storage duration for parasitoid eggs would significantly influence their hatching rate. The hatching rates were higher than 92.6% as the eggs stored less than 45 days; while the hatching rates decreased to 62.1% and 44.4% when the eggs were stored for 60 and 75 days, respectively. Similarly, the parasitoid larval and pupal durations, cocooning and eclosion rate, numbers of adults, and weight of individual adult also showed significant differences under different egg storage durations. The cocooning rate increased from 45.7% to 54.8% as the eggs were stored from 0 to 15 days, but decreased to 26.1% once the eggs were stored for 60 days. The relative high eclosion rates were observed which ranged from 80.7% to 96.2% in different treatments. The larval duration was prolonged with the increase of egg storage period, but the pupal duration showed irregular fluctuations. The maximum amount of emerged adults was 5 adults for the treatment of eggs stored for 15 days. In addition, the mean body size of adult incubated from the eggs under 15 days of egg storing treatment was invariably larger than that from that of other treatments. [Conclusion] It is proved that the optimum cold storage period of *D. helophoroides* eggs is 15 days, and the acceptable stored period should not exceed 45 days.

Keywords: *Dastarcus helophoroides* Fairmaire; egg; storage time; hatching rate; developmental duration

(责任编辑: 崔 贝)