

文章编号: 1001-1498(2010) 01-0038-06

环境因子对尾琵甲卵孵化的影响

冀焕红, 冯颖*, 赵敏, 陈智勇, 陈晓鸣, 叶寿德

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 国家林业局资源昆虫培育与利用重点实验室, 云南昆明 650224)

摘要: 研究了温度、光照和基质含水量对尾琵甲 (*Blaps rhynchopetera* Fairmaire) 卵孵化的影响。结果表明: 12 ~ 28 ℃ 6个恒温条件下卵均可孵化, 随着温度的升高卵的发育历期缩短(32.92 ~ 5.83 d), 发育速率加快(0.03 ~ 0.172/d)。12 ~ 25 ℃ 下孵化率较高, 平均孵化率 70%, 8 ℃ 和 31 ℃ 未见卵孵化。尾琵甲卵的发育起点温度为(10.08 ± 0.93) ℃, 有效积温为(99.91 ± 8.11) 日·度。在 0 ~ 8 000 lx 光照条件下, 随着光照度的增加, 孵化率呈下降趋势, 光照度 ≥ 8 000 lx, 卵不孵化。基质含水量和温度共同影响试验中, 基质含水量、温度以及二者的交互作用均对卵的孵化有显著影响, 多重比较分析后筛选出了适宜卵孵化的温度含水量组合; 并对云南地区限制尾琵甲卵孵化的气候因素进行了探讨。

关键词: 尾琵甲; 卵孵化; 温度; 含水量; 光照

中图分类号: Q968.1 S718.7

文献标识码: A

Effects of Environmental Factors on Egg Development and Hatching of *Blaps rhynchopetera* (Coleoptera: Tenebrionidae)

Ji Huan-hong, FENG Ying^{1*}, ZHAO Min, CHEN Zhi-yong, CHEN Xiao-ming, YE Shou-de

(Research Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry; Key Laboratory of Cultivation and Utilization of Resource Insects of State Forestry Administration, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: Effects of environmental factors including temperature, illumination and water content of substrate on egg hatching of *Blaps rhynchopetera* Fairmaire were studied in artificial climate chambers and room temperature. The results showed that the eggs could hatch out from 12 ℃ to 28 ℃, the development duration was shortened and the developmental rate increased with the rise of temperature from 12 ℃ to 28 ℃. The optimal temperature was between 12—25 ℃. Eggs could not hatch at the temperature below 8 ℃ or over 31 ℃. The developmental threshold temperature required for eggs was 10.08 ± 0.93 ℃, and the effective accumulated temperature was 99.91 ± 8.11 degree-day. Among constant illumination of 0—12 000 lx, the hatching rates were reduced with the increase of illumination, and larvae were not found after treating eggs with constant illumination over or equal to 8 000 lx. In the experiment of temperature and water content of substrate, both the temperature and water content of substrate and their interaction effect influenced significantly on the hatching rate. The optimal combinations of substrate temperature and water content were selected based by multiple comparisons. The climatic factors limiting eggs hatching of this insect in Yunnan were also discussed in this paper.

Key words: *Blaps rhynchopetera* Fairmaire; egg hatching; temperature; water content of substrate; illumination

收稿日期: 2009-08-21

基金项目: 国家林业局林业科学技术重点研究项目(2006-65) 和国家科技支撑计划课题(2006BAD06B07) 资助

作者简介: 冀焕红(1985—), 男, 山东泰安人, 在读硕士研究生。

* 通讯作者

尾琵甲 (*Blaps rhynchopetera* Fairmaire) 属于鞘翅目 (Coleoptera)、拟步甲科 (Tenebrionidae)、琵甲属 (*Blaps*), 是云南民间长期使用的一种药用昆虫, 用于治疗消化不良、发烧、咳嗽、生疮、胃炎、风湿、疔疮肿痛等疑难杂症^[1-2]。国内外尾琵甲的研究报道较少, 已有的研究主要涉及化学成分、抗菌活性和分布调查等。李维莉等^[3]、林南英等^[4]、罗炅芸等^[5]、李蕾等^[6-7]、刘勇等^[8]提取分离尾琵甲虫体和防御液中化学成分, 其中 7 种化合物证明具有明显抗菌活性。谢金伦等^[9]申请了一种以其提取物为主要成份的抗菌消炎制剂专利。段云庆等^[10]将该虫用于治疗乳腺增生, 疗效明显。罗炅芸等^[11]对该虫进行的营养分析表明, 尾琵甲氨基酸种类齐全、含量高。综上所述, 尾琵甲药用价值较高, 具有较好的开发利用价值。赵敏等^[2]对其生境进行了调查。国内外对尾琵甲所属的琵甲族其它昆虫的研究主要集中于系统分类、防御腺形态及其化学成分、生物学特性等方面^[11-18]。

调查发现, 尾琵甲栖息场所与人类居所关系密切, 随着我国居民住房和生活条件的改善, 其小生境受到了巨大影响^[2]; 而从自然采集该虫远不能满足研究和开发的需要, 且盲目的采集将会导致自然种群数量的下降和遗传多样性的降低。为了实现尾琵甲的资源开发, 首先就需要解决其人工繁殖问题。卵是昆虫个体发育的第 1 个虫态, 其孵化环境因子适宜与否直接影响了后续幼虫和成虫的饲养规模。目前, 国内外对该族昆虫卵孵化影响因子的研究较少, 仅见于杨贵军等^[19]对同属昆虫弯齿琵甲卵孵化所需温湿度的报道, 尾琵甲卵孵化相关研究未见报道。本文对尾琵甲卵孵化所需的温度、基质含水量和光照条件进行了试验研究, 以期为尾琵甲及该科昆虫的研究开发和人工繁殖提供基础资料。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

试验成虫购自云南昆明景星花鸟市场。遮光条件下饲以麦麸待其产卵, 每组试验采用同日所产卵粒。

1.2 方 法

1.2.1 温度对卵孵化的影响 在人工气候箱中, 无光照, 湿度均为 60% ±10% 条件下, 分别设置 8、12、15、19、22、25、28、31 等 8 个温度梯度, 设置室温

(温度: 20.0 ~ 28.7 , 湿度: 40% ~ 59%。无光照, 平均温度: 24.21 , 平均湿度: 50.4%) 作变温对照。

将当日所产卵粒清水清洗后, 用毛笔刷入铺有 2 层滤纸的塑料培养皿中, 每皿 40 枚。滤纸加水、保鲜膜 2 层封口保湿(对照试验表明: 此种方式不影响卵的正常孵化), 分别放置于不同温度条件下, 每个条件设 4 次重复。每天早晚 8 点观察和记录相应的孵化卵数, 直至孵化结束。

1.2.2 光照对孵化率的影响 在排布 18 只日光灯管, 最大光照度为 12 000 lx 的气候箱中, 温度 25 , 湿度 60% ±10% 条件下, 分别对称开启 0、6、10、12、18 只灯管, 设置成无光照、光照度 4 000、6 600、8 000、12 000 lx 等 5 个梯度, 每个梯度设 4 次重复, 其余方法同 1.2.1。

1.2.3 不同温度条件下基质含水量对卵孵化率的影响 土壤、沙混合基质(1:1)经 120 、8 h 干燥处理, 配制成 2%、5%、10%、15%、20% 含水量基质及不加水的对照组 (CK)。在气候箱中, 无光照, 湿度 60% ±10% 条件下, 分别设置 15、19、22、25、28 5 个恒温及 1 个变温(室温 19.0 ~ 26.7 , 平均温度 22.7 , 0 lx, 平均湿度 50.6%) 共 6 个处理。每个温度 6 个梯度含水量处理, 每处理设 4 次重复。每个培养皿放入相应含水量基质 60 g 左右, 将试验当日所产卵粒放入塑料培养皿中, 每皿 40 枚, 卵位于基质的中部, 保鲜膜封口。处理好的培养皿置于相应气候箱中。观察计数孵化情况。

1.3 数据 处 理

1.3.1 孵化卵数和孵化率 试验数据使用 SPSS 15.0 软件 (SPSS Inc., USA) 进行单因素和双因素方差统计分析。各处理均数间用 LSD 进行差异显著性比较, 方差不齐时, 采用 Tamhane 检验进行比较。孵化卵数、孵化率等描述性统计值用 Mean ±S. D 表示。

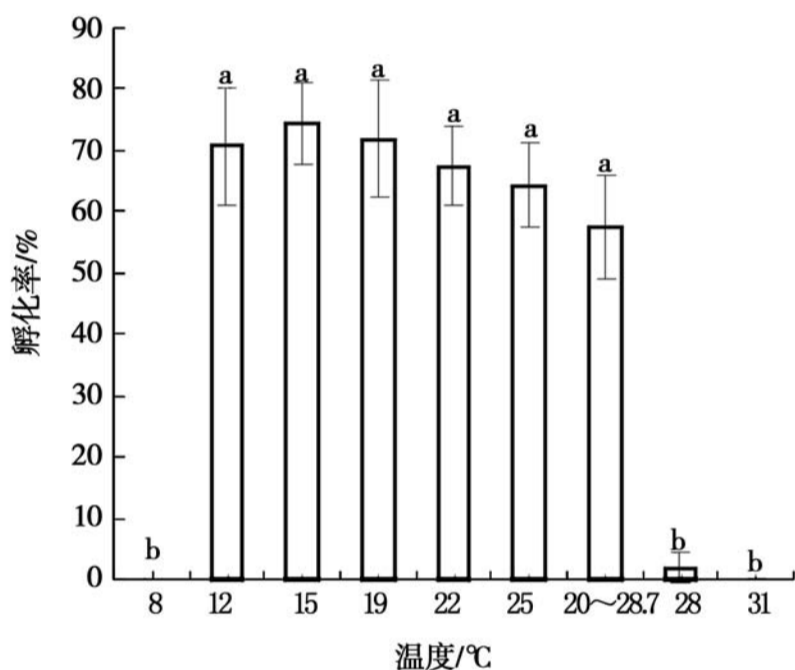
1.3.2 发育历期、发育起点温度和有效积温 每个温度下, 卵的发育历期 (T) 由卵孵化数和孵化时间加权平均获得。卵发育速率 (V) = 1 / 卵发育历期 (T)。采用最小二乘法^[20], 计算尾琵甲卵的发育起点温度 (C)、有效积温 (K) 及标准误差 (S_c, S_k)。

2 结果与分析

2.1 温度对卵孵化率的影响

不同温度条件下尾琵甲卵的孵化率见图 1。

由图1可见: 12 ~ 28 范围内, 尾琵甲卵均可孵化, 8 和 31 无孵化, 其中, 12、15、19、22、25 条件下孵化率较高, 分别为 $(70.63 \pm 9.437)\%$ 、 $(74.38 \pm 6.575)\%$ 、 $(71.88 \pm 9.437)\%$ 、 $(67.50 \pm 6.455)\%$ 、 $(64.37 \pm 6.884)\%$, 平均孵化率 70%, 相互间无显著性差异 ($P=0.449 > 0.05$)。28 条件下孵化率仅为 $(1.88 \pm 2.394)\%$, 幼虫即将或刚脱离卵壳即已死亡。室内变温 (20.0 ~ 28.7) 条件下, 孵化率为 $(57.5 \pm 8.416)\%$, 略低于 12 ~ 25 卵的孵化率, 差异接近显著 ($P=0.084 > 0.05$)。试验结果表明: 恒温 12 ~ 25 间为孵化的适温区, 尾琵甲卵能正常孵化, 孵化率较高。温度 12 以下、28 以上不利于卵孵化。



相同字母表示差异不显著, 不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

图1 不同温度条件下 尾琵甲卵的孵化率

2.2 卵的发育起点温度和有效积温

2.2.1 温度对卵孵化时间及发育历期、发育速率的影响 在湿度 $60\% \pm 10\%$, 无光照条件下, 温度对卵的孵化时间、发育历期影响试验结果(图2)表明: 随着温度的升高, 由卵产出至卵开始孵出(起始孵化)所需时间以及卵开始孵化至全部孵化结束(孵化阶段)所需时间均逐渐缩短。12 下, 起始孵化和孵化阶段所需时间同比最长, 分别为 (22.8 ± 1.68) d 和 (8.53 ± 3.08) d; 25 下, 二者时间分别为 5.5 d 和 (0.98 ± 0.53) d; 28 下, 二者所需时间最短, 分别为 (5.42 ± 0.14) d 和 0 d, 此温度条件下孵出的幼虫不能成活。除 8 和 31 外, 发育历期随温度的升高而缩短 ($32.92 \sim 5.83$) d, 发育速率则随着温度的升高 (12 ~ 28) 而加快, 由 0.03/d 增加为 0.172/d。室温 (20.0 ~ 28.7 , 平均温度: 24.21) 条件下, 卵的发育历期和发育速

率 (7.26 d, 0.138 /d) 介于 22 (7.8 d, 0.128 /d) 和 25 (6.41 d, 0.156 /d) 之间。

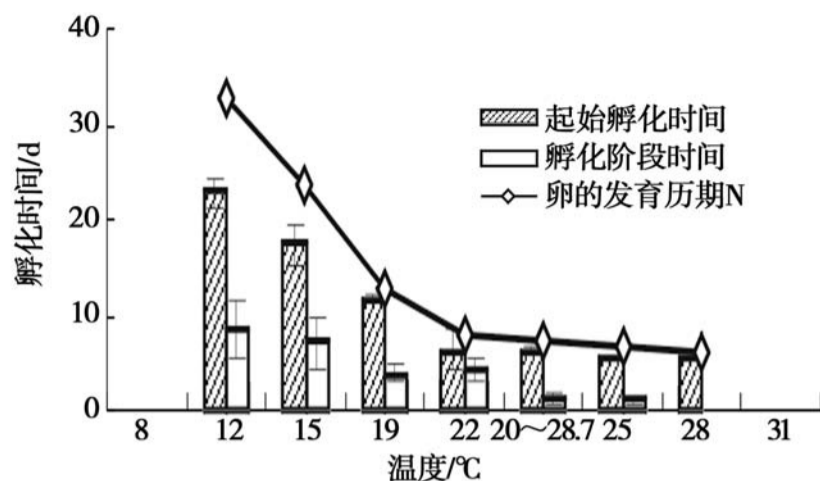


图2 温度对卵孵化时间、发育历期的影响

2.2.2 尾琵甲卵的发育起点温度、有效积温及预测理论公式 根据 6 个恒温条件的试验结果, 经最小二乘法计算得出 尾琵甲卵发育起点温度: $C \pm S_C = (10.08 \pm 0.93)$, 有效积温: $K \pm S_K = (99.91 \pm 8.11)$ 日·度。控制发育进度的理论公式为:

$$N = \frac{K}{T - C} = \frac{99.91 \pm 8.11}{T - (10.08 \pm 0.93)}$$

2.3 光照对卵孵化的影响

尾琵甲卵在不同光照条件下的孵化率见图3。由图3可见: 随着光照度的增加, 孵化率降低, 0 ~ 6 600 lx 之间均有卵孵化, 8 000、12 000 lx 无卵孵化。无光照和 4 000 lx 的孵化率分别为 $(77.5 \pm 6.455)\%$ 、 $(71.25 \pm 11.637)\%$, 均达到 70% 以上, 二者差异不显著 ($P=0.384 > 0.05$), 二者与 6 600 lx 条件的孵化率 $(20.63 \pm 8.26)\%$ 比较, 差异极显著 ($P=0.000 < 0.01$)。试验表明, 光照度对卵的孵化具有显著影响, 无光照和 4 000 lx 条件下, 孵化率较高。说明 尾琵甲卵适宜在阴暗生境中孵化, 这与野外生境和习性调查发现吻合。

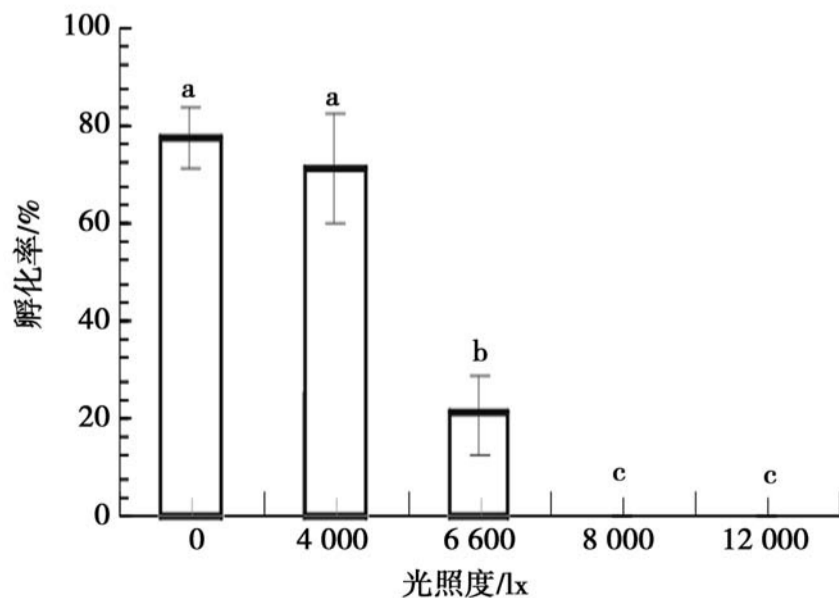


图3 卵在光照下的孵化率

2.4 不同温度条件下基质含水量对孵化率的影响

不同温度条件下基质含水量对孵化率影响结果

见表 1。由表 1 可见: 除 28 温度处理组和对照处理组外, 其余温度和含水量处理组均有卵孵出。

表 1 在不同温度条件下基质含水量对卵孵化率的影响

基质含水量 / %	温度 /						平均孵化率 / %
	15	19	22	25	19 ~ 26.7	28	
CK	0 ^{bB}	0 ^{bB}	0 ^{bB}	0 ^{cB}	0 ^{cC}	0	0
2	0 ^{bB}	5.63 ± 11.25 ^{bB}	0 ^{bB}	0 ^{cB}	0 ^{cC}	0	0.94
5	75.00 ± 4.56 ^{aA}	57.50 ± 7.36 ^{aA}	48.13 ± 12.81 ^{abAB}	48.75 ± 10.31 ^{abA}	53.75 ± 7.77 ^{abAB}	0	47.19
10	67.50 ± 6.77 ^{aA}	71.25 ± 5.95 ^{aA}	55.00 ± 9.13 ^{aA}	43.75 ± 5.20 ^{bA}	71.25 ± 6.29 ^{aA}	0	51.46
15	7.50 ± 2.89 ^{bB}	41.25 ± 28.47 ^{abAB}	58.13 ± 4.73 ^{aA}	62.50 ± 5.40 ^{aA}	29.38 ± 8.00 ^{bcBC}	0	32.61
20	5.00 ± 5.40 ^{bB}	9.38 ± 2.39 ^{bB}	5.00 ± 3.54 ^{bB}	0.63 ± 1.25 ^{cB}	5.00 ± 5.00 ^{cC}	0	3.65
平均孵化率 / %	26.25	29.90	27.71	25.94	26.04	0	

注: 同列 a、b、c 和 A、B、C 不同字母分别表示差异显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$), 具有相同字母表示无显著差异。图 4 ~ 5 同。

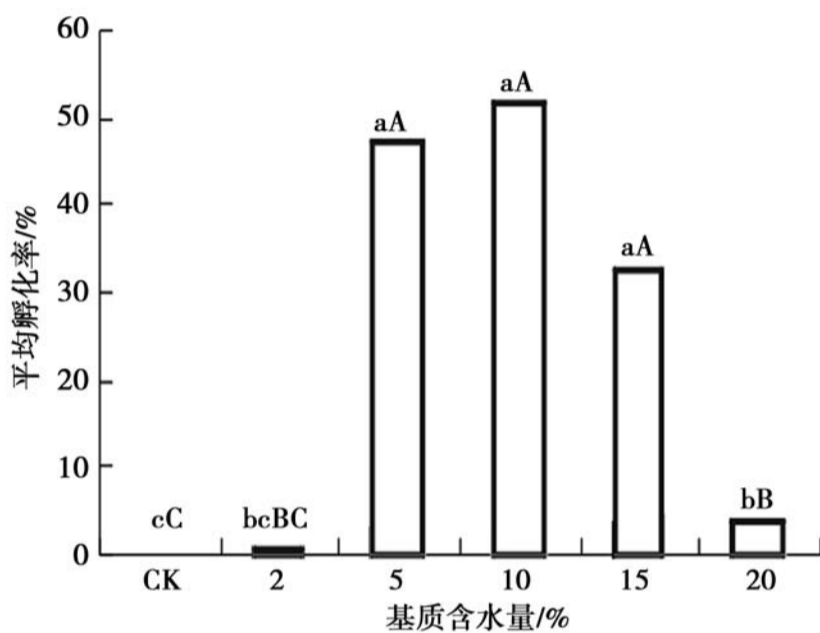


图 4 基质含水量影响卵平均孵化率的差异显著性比较

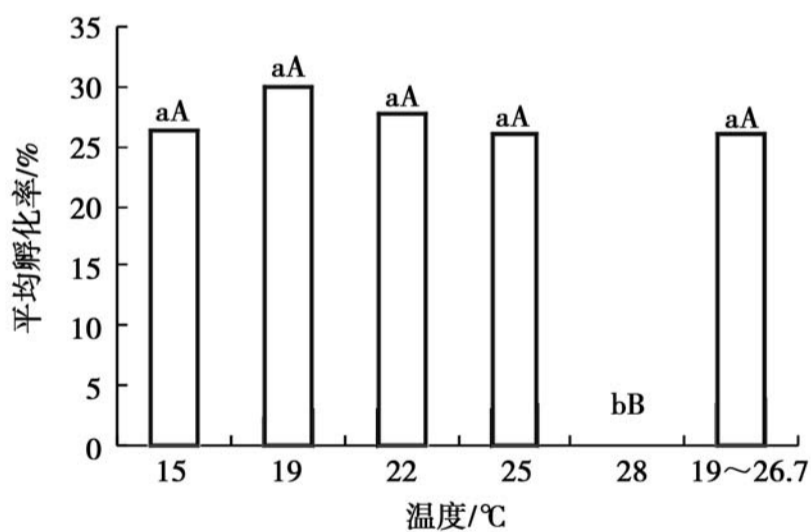


图 5 温度对卵平均孵化率影响的差异显著性比较

基质含水量对 尾琵甲卵平均孵化率影响的差异显著性比较(图 4)表明: 除对照组外, 基质含水量 2% ~ 20% 间均有幼虫孵出, 其中, 在 5% ~ 15% 之间孵化率较高, 分别为 47.19%, 51.46%, 32.61%, 各处理间无显著性差异 ($P = 0.463 > 0.05$)。含水量为 10% 左右时, 平均孵化率最高, 为 51.46%。含水量为 2% 和 20% 时, 孵化率分别降至 0.94% 和 3.65%, 且孵化的幼虫多数死亡。温度对不同基质

平均孵化率的影响差异显著性比较见图 5, 除 28 未见有幼虫孵出外, 15 ~ 25 均有孵化, 孵化率为 25.94% ~ 29.90%, 差异不显著 ($P = 0.520 > 0.05$)。室温下, 卵的孵化率为 26.04%, 同 15 ~ 25 恒温处理无显著性差异 ($P = 0.640 > 0.05$)。表明 尾琵甲卵在 15 ~ 25 恒温及 (19.0 ~ 26.7) 变温较适合孵化。28 无卵孵化, 与温度对卵孵化影响试验结果 (28 条件下卵有 1.88% ± 2.394% 的孵化率) 有一定差异, 其原因可能是卵的孵化基质不同所造成。

表 2 不同温度与基质含水量条件下卵孵化率的方差分析

变异来源	SS	df	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
温度	1.533	5	0.307	62.287*	2.29	3.19
基质含水量	6.825	5	1.365	277.352**	2.29	3.19
温度 × 基质含水量	2.558	25	0.102	20.789**	0.56	0.44
误差	0.532	108	0.005			
总计	11.448	143				

注: * 表示差异显著; ** 表示差异极显著。

不同温度与基质含水量条件下的卵孵化率方差分析结果(表 2)显示: 温度、基质含水量与二者的交互作用对卵孵化率影响极显著 ($F > F_{0.01}$)。进一步进行多重比较, 结果(表 1)表明: 15、19、22 和 25 条件下最高孵化率的基质含水量分别为 5%、10%、15% 和 15%, 孵化率分别为 75.00%、71.25%、58.13% 和 62.50%; 变温条件下, 孵化率最高的基质含水量为 10%, 孵化率为 71.25%。15 条件下, 含水量 5%、10% 的基质对卵孵化率的影响差异不显著 ($P = 0.116 > 0.05$); 19 条件下, 含水量 10%、5%、15% 的基质对卵孵化率的影响差异不显著 ($P = 0.100 > 0.05$); 22 条件下, 含水量 15%、10%、5% 的基质对卵孵化率的影响差异不显著 ($P = 0.355 > 0.05$); 25 条件下, 含水量为

15%、5%的基质对卵孵化率的影响差异不显著($P=0.156 > 0.05$);变温19.0~26.7℃条件下,含水量为10%和5%的基质对卵孵化率的影响差异不显著($P=0.134 > 0.05$)。结果表明:不同温度条件下,有利于孵化的基质含水量不同,其中,温度含水量组合(15℃、5%~10%)、(19℃、5%~15%)、(22℃、5%~15%)、(25℃、5%和15%)、(19.0~26.7℃、5%~10%)孵化率较高,5%含水量组在各温度下均有较高的孵化率。

3 结论与讨论

研究结果表明:温度、光照、基质含水量等环境因子对尾琵甲卵的孵化影响显著。尾琵甲卵孵化所需适宜环境因子为:温度12~25℃,光照0~4 000 lx,基质含水量介于5%~15%。温度28℃或温度8℃,恒光照8 000 lx,基质含水量2%或含水量20%均不利于卵的孵化,孵化率较低。

3.1 温度对卵孵化率的影响

赵敏等^[2]对生境气候指标的调查表明,尾琵甲核心分布区气候以南亚热带、中亚热带、北亚热带和南温带为主。核心分布区一年之中,温度10℃天数为220~365 d,南温带天数稍低,为160~220 d^[21]。该研究结果表明,尾琵甲卵的发育起点温度为(10.08±0.93)℃,由此可见,在尾琵甲核心分布区,一年中大部分时间卵都可以正常孵化。在较高均温月份,尾琵甲卵孵化速率加快,孵化时间集中,短时间产生大量初孵幼虫,有利于种群的扩大和繁衍;在较低均温月份,卵的发育孵化速率放缓,孵化时间延长并分散,利于尾琵甲卵及初孵幼虫躲避不良气候。调查发现,云南14个尾琵甲分布区的最热月气温为17~24℃^[2],均未超过尾琵甲卵孵化的上限温度28℃。因此,云南地区高温对尾琵甲卵孵化影响不大。尾琵甲分布区最冷月气温为2~13℃,核心分布区的最冷月均温在6~9℃,低温是影响卵孵化的一个重要因素。至于低温($T < (10.08 \pm 0.93)$ ℃)条件下放置的卵,在环境温度高于发育起点温度后,孵化率有何变化尚待于进一步研究。

温度对卵孵化率影响试验结果(图1)表明,室温下卵的孵化率(57.5%±8.416%)略低于12~25℃恒温下的平均孵化率(70%),原因可能是通常尾琵甲生境局限于居民房屋和牲畜圈舍中^[2],多处于阴暗潮湿之处,温度较为恒定,其平均温度要低

于此变温的最高值(28.7℃)。因此,这个差异可能是试验温度与尾琵甲生境的温度有一定差别引起的。

杨贵军等^[19]研究表明,弯齿琵甲卵可以在30℃和32℃中孵化,同温度下尾琵甲卵未见孵化。前者在25℃和28℃的发育历期(11.48、9.38 d)较后者(6.41、5.83 d)延长,发育速率放缓。弯齿琵甲卵的发育起点温度和有效积温分别为(11.60±0.60)℃和(146.97±12.31)日·度,均高于尾琵甲卵(10.08±0.93)℃和(99.91±8.11)日·度,原因可能在于弯齿琵甲主要分布于西北东部和华北北部的荒漠流沙地区^[19, 22],环境温度波动剧烈,尾琵甲生境则处于温度相对较低和稳定的居民房屋和牲畜圈舍中,二者长期适应不同生境所致。

3.2 光照对卵孵化的影响

尾琵甲在光照度8 000 lx时,卵不能孵化,这可能与尾琵甲生境和产卵习性有关。野外调查^[2]表明,该虫成虫和幼虫多分布于昏暗的旧土房屋墙角、堆有粮食柴草等杂物缝隙或碎屑及阴暗潮湿的牲畜圈舍中。人工饲养发现,成虫常将卵产于松软的沙土基质中,较少于基质表层产卵。因此尾琵甲卵暴露于自然强光下几率较低。而较高的光照度为何引起卵发育停滞或者终止发育的内在机理还有待于探索。

3.3 基质含水量对卵孵化的影响

尾琵甲成虫常将卵产于松软的沙土等基质中。试验中,含水量在2%、20%时,孵化率分别下降至0.94%和3.65%,并且孵化的幼虫多数死亡。对照组则无幼虫孵出。基质水分过少(2%)和过多(20%),可能导致卵孵化所需的水分或氧气得不到充分的供应,致使孵化率偏低。基质含水量影响平均孵化率的差异显著性比较结果表明:5%~15%左右的基质含水量是尾琵甲卵在15~25℃范围内及19.0~26.7℃变温下孵化所需的较合适的基质含水量范围。赵敏等^[2]对云南陆良和富民两处采样地的幼虫生境土壤进行含水量测定,含水量分别为7.39%~13.43%和8.14%~10.4%,与本试验结果吻合。可见尾琵甲生境和产卵习性,保证了卵孵化所需基质含水量的稳定。

综上所述,尾琵甲特殊的生境与习性,导致其生境光照、基质含水量等环境因子的相对稳定,除低温月份外,云南地区实际生境中的卵孵化受气候影响并不明显。这可能是尾琵甲能够在气候复杂多

变的云南地区分布广泛的原因之一。在 尾琵琶甲的规模饲养过程中, 为提高卵的孵化率, 需要充分考虑到上述三个环境因素及其它们之间的适当组合。只有给予合适的温度、光照和基质含水量, 才能保证饲养过程中卵粒的高效利用。 尾琵琶甲产卵阶段, 根据饲养室内或野外温度变化的阶段平均值及 尾琵琶甲的产卵动态规律, 由控制发育进度的理论公式可以预测室内或野外卵孵化峰期的动态规律。

参考文献:

- [1] 罗炘芸, 刘 勇, 李 蕾, 等. 云南民间药用琵琶甲无机元素及氨基酸分析[J]. 氨基酸和生物资源, 1999, 21(3): 38 - 40
- [2] 赵 敏, 陈晓鸣, 孙 龙, 等. 云南省 尾琵琶甲分布及生态环境调查[J]. 林业科学研究, 2007, 20(3): 356 - 362
- [3] 李维莉, 谢金伦. 云南琵琶甲虫化学成分研究[J]. 昆明师范高等专科学校学报, 2000, 22(4): 18 - 19
- [4] 林南英, 刘为忠, 李维莉, 等. 药用昆虫云南琵琶甲的化学成分研究[J]. 中国民族民间医药杂志, 2000(44): 162 - 164
- [5] 罗炘芸, 刘 勇, 李 蕾. 云南琵琶甲脂溶性抗菌活性成分的研究[J]. 中草药, 1999(8): 566 - 567
- [6] 李 蕾, 迟胜起, 李文鹏, 等. 云南琵琶甲化学成分的抑菌活性[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2000, 22(5): 386 - 388
- [7] 李 蕾, 罗炘芸, 刘 勇. 云南琵琶甲抗菌活性成分研究[J]. 中草药, 2001, 32(3): 197 - 199
- [8] 刘 勇, 罗炘芸, 李 蕾, 等. 云南琵琶甲防御性分泌物抗菌活性及 GC_MS 分析[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2000, 22(3): 217 - 219
- [9] 谢金伦, 林南英, 谢玉冰, 等. 一种以云南琵琶甲提取物作为主要成份的抗菌消炎制剂[P]. 中国专利, CN1415286
- [10] 段云庆, 张 波, 马云华, 等. 中药琵琶甲导入治疗乳腺增生症 100 例疗效观察[J]. 云南中医中药杂志, 2006, 27(3): 9
- [11] 任国栋, 王新谱. 中国琵琶甲属八新种(鞘翅目: 拟步甲科: 琵琶甲族)[J]. 昆虫分类学报, 2001, 23(1): 15 - 27
- [12] 叶 晔, 蒋 鹏, 任国栋. 31 属拟步甲的防御腺特征与系统发育关系初析[J]. 河北大学学报: 自然科学版, 2003, 23(3): 279 - 292
- [13] 任国栋, 杨秀娟, 印 红. 基于防御腺的中国琵琶甲族 Blaptini 系统发育(鞘翅目: 拟步甲科)[J]. 昆虫学报, 2002, 45(6): 805 - 811
- [14] 贾 龙, 于有志. 9 种琵琶甲族昆虫营养成分的测定分析[J]. 宁夏大学学报: 自然科学版, 2007, 28(4): 360 - 363
- [15] Gunbilig D, Boland W. Defensive Agents of *Blaps femoralis*, a traditional mongolia medicinal insect[J]. Scientia Pharmaceutica, 2009: 1 - 8
- [16] 张建英, 于有志, 贾 龙. 异距琵琶甲(鞘翅目: 拟步甲科)生物学特性的研究[J]. 植物保护, 2005, 31(4): 44 - 47
- [17] 张建英, 贾 龙, 于有志. 戈壁琵琶甲(鞘翅目: 拟步甲科)生物学特性的研究[J]. 宁夏大学学报: 自然科学版, 2004, 25(3): 264 - 267
- [18] Peschke K, Eisner T. Defensive secretion of the tenebrionid beetle, *Blaps mucronata*: Physical and chemical determinants of effectiveness[J]. J Comp Physiol A, 1987, 161: 337 - 383
- [19] 杨贵军, 王新谱, 于有志, 等. 温度和土壤湿度对弯齿琵琶甲卵发育影响的初步研究[J]. 宁夏大学学报: 自然科学版, 2002, 23(2): 184 - 187
- [20] 南京农学院. 昆虫生态及预测预报[M]. 北京: 农业出版社, 1985
- [21] 党建涛. 西南天气[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007
- [22] 于有志, 张建英. 弯齿琵琶甲生物学特性的研究[J]. 昆虫知识, 2005, 42(3): 290 - 294