

## 三叶虫萤幼虫叠背行为

陈郑伟<sup>†</sup>, 曹成全<sup>†</sup>, 梅昭利, 徐丹阳, 童超<sup>\*</sup>

(乐山师范学院 生命科学学院, 四川 乐山 614004)

**摘要:** 为了探究三叶虫萤幼虫的行为学特征, 促进三叶虫萤的资源利用与人工养殖, 本文采用控制变量法以三叶虫萤末龄幼虫为研究对象分析了幼虫在不同时间和空间密度的叠背现象, 采取LY-WN超清显微系统拍照分析了三叶虫萤幼虫的背腹部结构与足部结构。结果表明, 三叶虫萤各龄幼虫均表现出独特的叠背行为, 且按照叠背的重合度区分, 可分为相对叠背和集群叠背。叠背率随种群密度增加而增加, 叠背率与种群密度的相关系数为0.8358。三叶虫萤幼虫的足含有较多的刚毛, 且跗节延伸有倒勾; 背部较宽, 且具有起伏和分节结构; 腹部含有大量小而细的刚毛和起伏结构。因此, 三叶虫萤幼虫的叠背行为可能与足部结构、背腹部结构、接触时间、种群密度具有较大关系, 且幼虫的叠背行为可能对其栖息、防卫、取食、迁移等行为活动具有重大意义。

**关键词:** 三叶虫萤; 幼虫; 叠背; 行为学

中图分类号: Q968.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-3491(2019)06-0539-06

## The stack back behavior of the larval *Emeia pseudosauteri*

CHEN Zhengwei<sup>†</sup>, CAO Chengquan<sup>†</sup>, MEI Zhaoli, XU Danyang, TONG Chao<sup>\*</sup>

(College of Life Science, Leshan Normal University, Leshan 614004, Sichuan, China)

**Abstract:** In order to investigate behavioral characteristics of the larval *Emeia pseudosauteri*, and accelerate its utilization and artificial breeding, we took the last instar larva of *Emeia pseudosauteri* as an example and studied the stack back phenomenon at different times and space densities, analyzed the back, abdomen and foot structure by LY-WN ultra-clear microscope system photo analysis method. The results showed that the larval *Emeia pseudosauteri* manifested unique stack back behavior. According to the overlap degree of the stack back, it can be divided into a relative stack back and a cluster stack back. Stack back rate increases as population density increases. The correlation coefficient between stack back rate and population density is 0.8358. The foot of the larval *Emeia pseudosauteri* contains many bristles and the tarsulus extends a barb; wide back with undulate and segmenting structures; the abdomen contains a large number of small, thin bristles and undulate structures. Therefore, the stack back behavior of the larval *Emeia pseudosauteri* may be related to foot structure, back and abdomen structure, contact time and population density. The stack back behavior of the larvae may be significant for its behavioral activities such as inhabitation, defense, predation, and migration.

**Key words:** *Emeia pseudosauteri*; larva; stack back; behavioristics

收稿日期: 2019-06-17 修回日期: 2019-07-11 接受日期: 2019-09-16

作者简介: 陈郑伟(1998-), 男, 本科生, 研究方向为萤火虫的资源开发, E-mail: czw15883371476@163.com; 曹成全(1979-), 男, 教授, 博士, 主要从事昆虫分类和资源昆虫学研究, Email: chqcao1314@163.com。陈郑伟、曹成全对本研究有同等贡献, 为本文共同第一作者。

\* 通讯联系人: 童超(1989-), 男, 硕士, 实验师, 研究方向为资源昆虫。E-mail: swfztc@163.com

基金项目: 四川省教育厅一般项目(17ZB0195); 四川省大学生创新创业训练项目(201810649107)

引用格式: Chen Z W, Cao C Q, Mei Z L, et al. The stack back behavior of the larval *Emeia pseudosauteri* [J]. Biotic Resources, 2019, 41(6): 539-544.

陈郑伟, 曹成全, 梅昭利, 等. 三叶虫萤幼虫叠背行为[J]. 生物资源, 2019, 41(6): 539-544.

## 0 引言

萤火虫属鞘翅目(Coleoptera)萤科(Lampyridae)昆虫,全世界已记录2 000多种,分布在温带,亚热带和热带地区<sup>[1]</sup>。三叶虫萤(*Emeia pseudosauteri*)隶属于鞘翅目(Coleoptera)萤科(Lampyridae)峨眉萤属(*Emeia*),是2012年发现于四川省乐山市峨眉山的萤火虫新种,在四川省广泛分布于乐山、峨眉、邛崃等地<sup>[2]</sup>。目前对三叶虫萤的研究非常少,在生物学研究方面,主要是对三叶虫萤成虫的宏观活动描述<sup>[3]</sup>;在行为学研究方面,仅有对三叶虫萤的蜕皮行为进行描述<sup>[4]</sup>。萤火虫的发光原理及体内两种发光物质(荧光素酶和荧光素)已广泛应用于临床医学、环境监测等<sup>[5]</sup>,再加上三叶虫萤在四川省乐山等地区约3月中旬出现成虫,飞行较低<sup>[3]</sup>,其在景观化开发上也具有较大的价值,故三叶虫萤是一种良好的资源昆虫<sup>[6]</sup>。对萤火虫幼虫行为学的研究有利于对幼虫的人工饲养<sup>[7]</sup>。本文首次系统地描述了三叶虫萤幼虫的叠背行为特征,分析了其出现叠背行为的影响因素与生物学意义,也为三叶虫萤幼虫的人工养殖提供了参考和建议。

## 1 材料与方 法

三叶虫萤幼虫共8龄,蜕皮7次<sup>[4]</sup>,在实验室养殖的三叶虫萤幼虫中对照相关研究结果<sup>[4]</sup>挑选出个体大小相似、活动力较强的三叶虫萤幼虫作为本实验操作的对象。在温度为10℃、湿度为75%、光照强度为100~300 lx的环境条件下,将80.00×60.00 mm的无菌卫生纸对折两次放入底部直径为90.00 mm、高度为15.00 mm的培养皿中(培养皿底面积设为一个单位面积),再滴入8 mL的无菌水,即设置成本实验的实验环境。设置5个对照组,分别在实验环境中投入5、10、15、20、25只刚喂过食的、大小相同的、健康的末龄幼虫,每个对照组设置3个平行组。分别在投入环境的0.3、0.6、1、2、4、6 h后观察叠背情况并记录。实验结束后,用Microsoft Excel 2010以及SPSS 13.0数据处理软件对数据进行统计分析<sup>[8]</sup>。

在实验室养殖的萤火虫中任选3只健康的、大小相同的三叶虫萤幼虫,将其背部和腹部用无菌水清理后用LY-WN超清显微系统(成都励杨精密机电有限公司生产)拍照,用Adobe Photoshop SC5处理照片,观察并分析其结构特征。将三叶虫萤幼虫的前、中、后足分别用消毒后的镊子和剪刀剪下,用无菌水清理后用LY-WN超清显微系统(成都励杨

精密机电有限公司生产)拍照,用Adobe Photoshop SC5处理照片,观察并分析其结构特征。

## 2 结果与分析

### 2.1 叠背行为定义

本文所述的“叠背行为”有别于昆虫界其他常见的重叠现象,定义为:同种群之间的一个个体有规律、有目的地叠在另一个个体背上并有助于其栖息、防卫、取食甚至迁移的生物学行为。在萤火虫(萤科)的幼虫中,三叶虫萤幼虫会出现独特的叠背行为,而其他种类的萤火虫幼虫却罕见甚至不会发生叠背行为。叠背行为在三叶虫萤幼虫的各个龄期都普遍存在。

### 2.2 叠背行为类型

根据叠背个体的叠背重合度可分为相对叠背和集群叠背。

相对叠背是彼此接触的两个叠背个体的重合度几乎为100%的叠背行为,此类叠背行为出现的概率较小,多为头对头的正向相对叠背,出现在低种群密度下个体取食和迁移时,通常叠背个体数为两只甚至更多(图1A)。此外也有头对尾的反向相对叠背,此类型较为少见,通常发生在低种群密度下个体栖息时(图1B)。

集群叠背为3个或者3个以上的个体身体相互接触,彼此有正向、反向、交叉叠背情形,叠背重合度在30%到80%之间的叠背行为。此类叠背行为出现的概率较大,在三叶虫萤幼虫中较为常见,是主要的叠背方式,大多数出现在栖息时(图1C)。此外,在多个个体取食同一食物导致个体密度过大时也可能出现集群叠背(图1D)。

### 2.3 叠背行为描述

在形成相对叠背的过程中,三叶虫萤幼虫四处寻找食物,当第一只幼虫寻找到食物时便留下取食,接着会有其他的个体搜寻至此。当同一食物源附近的个体数量超过四只时,后来的个体就有可能攀爬到之前的个体身上进行取食,位居其下的个体不会拒绝并且与其共同取食。此类叠背在取食中较为稳定,通常幼虫一次攀附就能形成。

在形成集群叠背的过程中,三叶虫萤幼虫四处爬行寻找适宜栖息集群的场所,一个个体随机爬过另一个个体的背部,通常情况下攀爬一次不能形成叠背,个体之间需多次攀爬、交流适应才能形成默契的叠背现象。其后,有的个体会率先占领所处环境中的缝隙、潮湿之处,若适宜栖息,它便稳定下来,后面会有个体攀爬到此,便与前一个个体叠背,由于缝隙



图1 不同叠背类型

Fig. 1 Different types of stack back

注:A. 幼虫在取食时的正向相对叠背;B. 幼虫在栖息时的反向相对叠背;C. 幼虫在栖息时的集群叠背;D. 幼虫在取食时个体密度过大时出现的集群叠背

Note: A. forward relative stack back when the larvae prey; B. reverse relative stack back when the larvae inhabit, C. cluster stack back when the larvae inhabit, D. cluster stack back when the larvae of high individual density prey

太小或者密度过大幼虫不能相对叠背,只能交错叠背,后面的个体亦是如此,从而形成了叠背群。

综上,三叶虫萤幼虫叠背类型主要与种群密度有关。不管是在栖息还是取食,当密度相对较小时,三叶虫萤幼虫倾向于表现出相对叠背,种群密度相对较大时,三叶虫萤幼虫倾向于表现出集群叠背。

#### 2.4 相同时间不同种群密度的三叶虫萤末龄幼虫的平均叠背率

三叶虫萤末龄幼虫被移送到一个全新环境的6 h后,其叠背行为趋于稳定,此时不同种群密度下,三叶虫萤末龄幼虫出现的叠背率有所不同,如图2所示。实验现象及数据结果显示,在三叶虫萤末龄幼虫叠背行为趋于稳定后,在其种群密度偏低的情况下其叠背率也较高,达到了70%以上。对以上数据进行单因素实验统计分析,得到结果 $P=0.02$ ,小于0.5,表明不同种群密度对三叶虫以末龄幼虫的叠背率影响显著,具体表现为种群密度越高,叠背率越高,最高可达到或趋近100%。幼虫的叠背率与种群密度呈正相关,相关系数为0.8358(图2)。

除此之外,实验现象还表明种群密度较小时,其形成相同叠背数量的时间较长,相反,种群密度较大时,其形成相同叠背数量的时间较短。

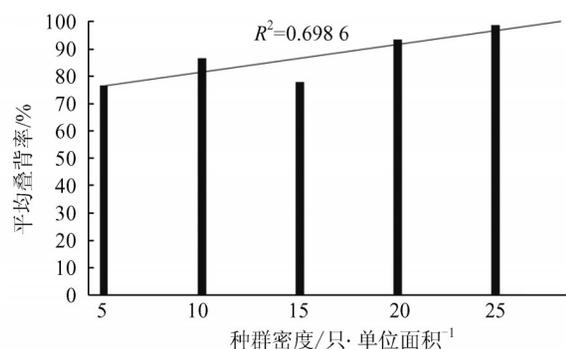


图2 时间为6 h后不同种群密度的三叶虫萤末龄幼虫的平均叠背率

Fig. 2 Average stack back rate of the last instar larvae of *Emeia pseudosauteri* of different population density after 6 h

#### 2.5 相同种群密度不同时间内三叶虫萤末龄幼虫的平均叠背率

因种群密度为20只/单位面积时,种群密度适中,且该种群密度下所反映出来的叠背率与时间关系更为明显,因此选取该种群密度研究不同时间段内三叶虫萤末龄幼虫的平均叠背率。结果表明,随着时间的增加,三叶虫萤末龄幼虫的平均叠背率逐渐升高并趋于稳定,最后达到或趋近100%,叠背率的增长率表现为先快后慢(图3)。

实验现象及数据结果显示,当三叶虫萤末龄幼虫被移送到一个全新的环境后,0.6 h内会表现出对环境的探索由此来适应环境的行为,即四处爬动,不会出现稳定的叠背行为;1 h后三叶虫萤末龄幼虫开始找到适宜叠背的场所;2 h后三叶虫萤末龄幼虫集群叠背开始趋于稳定,少有爬动现象;4 h后三叶虫萤末龄幼虫基本适应所处环境,集群叠背基本稳定;6 h后叠背数量几乎不会变化,三叶虫萤末龄幼虫完

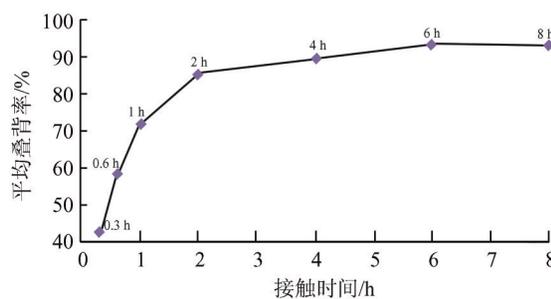


图3 种群密度为20只/单位面积的三叶虫萤末龄幼虫在不同时间内的平均叠背率

Fig. 3 Average stack back rate of the last instar larvae of *Emeia pseudosauteri* in different time when the population density is 20/unit area

全适应所处环境。其中,个别未参与叠背的个体或者叠背数量较少的叠背群,其都依托了较好的栖息场所,如卫生纸缝隙、边缘的湿润处。

### 2.6 三叶虫萤幼虫足部结构分析结果

在足部结构方面,总的来说三叶虫萤幼虫足部跗节和胫节上都有较多的刚毛,股节少有,表现出跗节的刚毛数量大于胫节和股节的刚毛数量,并且胫节上的刚毛长度大于跗节和股节上的刚毛长度(图4,其中A、B、C实际放大倍数为100倍);前、中、后足跗节末端都衍生有倒勾,其中前足倒勾最为尖锐(图4,A-1),中足次之(图4,B-1),后足最钝(图4,C-1);前、中、后足含有大量细小刚毛,都表现为胫节最多,并且后足胫节最多(图4,C-2),中足胫节次之(图4,B-2),前足最少(图4,A-2)。

前足股节长0.86 mm,胫节长1.23 mm,跗节长0.74 mm。股节最长刚毛0.09 mm,胫节最长刚毛0.11 mm,跗节最长刚毛0.10 mm。倒勾长0.20 mm。

中足股节长1.04 mm,胫节长1.42 mm,跗节长0.86 mm。股节最长刚毛0.10 mm,胫节最长刚毛0.13 mm,跗节最长刚毛0.12 mm。倒勾长0.18 mm。

后足股节长1.18 mm,胫节长1.68 mm,跗节长1.16 mm。胫节最长刚毛0.37 mm,跗节最长刚毛0.20 mm。倒勾长0.15 mm。

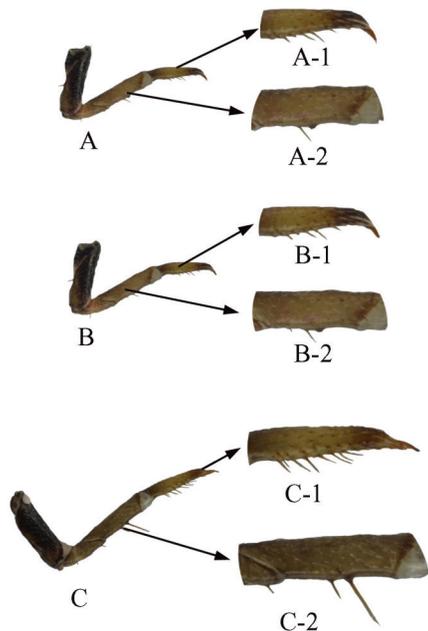


图4 三叶虫萤幼虫足部结构

Fig. 4 Foot structure of the larval *Emeia pseudosauteri*

注:A-1. 前足跗节, A-2. 前足胫节, B-1. 中足跗节, B-2. 中足胫节, C-1. 后足跗节, C-2后足胫节

Note: A-1. tarsus of forefoot, A-2. tibia of forefoot, B-1. tarsus of midfoot, B-2. tibia of midfoot, C-1. tarsus of hind foot, C-2. tibia of hind foot

### 2.7 三叶虫萤幼背腹部结构分析结果

在背部结构方面(图5,实际放大倍数为30倍),从背部宽度来看,三叶虫萤幼虫背面的胸部比较宽,最宽可达4.72 mm,并从腹部向臀足逐渐变窄;从背部平整度来看,三叶虫萤幼虫的背部有明显的凸起部分,除中凸部分以外,两边的背部也不是平整的,而是具有大量有起伏的结构(图5,A);从背部结构来看,三叶虫萤幼虫具有有利于同类个体足放置的结构,即各节之间的分节结构(图5,B)。

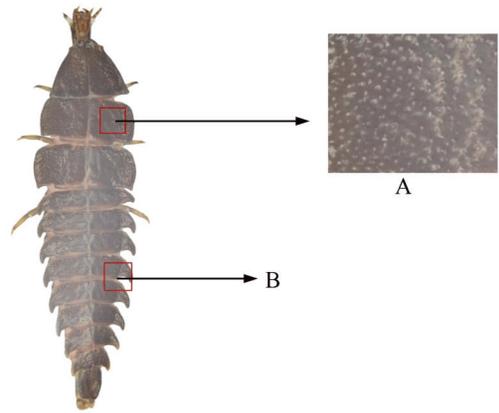


图5 三叶虫萤幼虫背部结构

Fig. 5 Back structure of the larval *Emeia pseudosauteri*

注:A. 幼虫背部的起伏结构, B. 幼虫背部的分节结构

Note: A. the undulate structure of the larval back, B. the articulatory structure of the larval back

在腹部结构方面(图6,实际放大倍数为30倍),三叶虫萤末龄幼虫的胸部有密集的刚毛,这些刚毛不同于足部结构上的刚毛,是细长而柔软的,广泛分

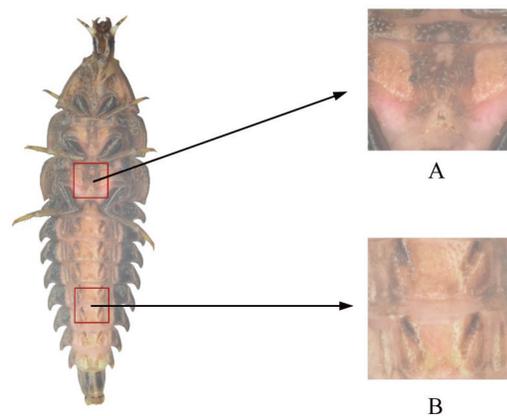


图6 末龄幼虫腹部结构

Fig. 6 Abdomen structure of the larval *Emeia pseudosauteri*

注:A. 腹部刚毛结构, B. 腹部起伏结构

Note: A. abdomen bristle structure, B. abdomen undulate structure

布于前足和后足之间(图6,A);在幼虫分节结构的腹部,出现多个隆起和凹陷交替出现的不平整结构(图6,B)。

### 3 结论与讨论

#### 3.1 叠背行为影响因素

研究发现,影响三叶虫萤幼虫叠背行为的因素有外因也有内因。外因为接触时间和种群密度,内因主要为足部结构和背腹部结构。

##### 3.1.1 接触时间

当三叶虫萤幼虫到达一个新的环境后,随个体与个体之间接触的时间增加,经频繁的信息交流,它们的叠背行为逐步增加并趋于稳定,故叠背行为的发生过程是三叶虫萤幼虫对其他个体和所在环境的适应过程。

##### 3.1.2 种群密度

当三叶虫萤幼虫的叠背行为稳定后,密度大的种群参与叠背的个体数量多。但如果种群密度过大也会加大个体间对空间、食物等资源的竞争,对三叶虫萤幼虫的栖息和生存也会造成威胁。说明合理、适量的种群密度有利于三叶虫萤幼虫的集群叠背,从而保障三叶虫萤幼虫的栖息。

##### 3.1.3 足部结构

足是昆虫重要的运动器官,足的表皮及其衍生物在昆虫粘附结构的设计中起到关键的作用<sup>[9]</sup>。对于三叶虫萤幼虫来说,足以及其上的刚毛不仅对其粘附能力具有影响,作为萤火虫的感受器,对萤火虫感知环境也有重要作用。跗节和胫节上的刚毛有助于其在叠背时粘附其他个体,并且保证在叠背时不易滑落;跗节末端衍生的倒勾具有较强的抓附能力,能够较为牢固地抓附住其叠背的个体。胫节上较长的刚毛有助于其在叠背时粘附于下面个体的背部,在上面的个体也可以较好地感受外界环境的变动。此外,三叶虫萤幼虫后足具有强健的肌肉和外骨骼,为其攀附叠背提供了动力基础。

##### 3.1.4 背腹部结构

三叶虫萤幼虫尤为宽阔的背部给同类叠背于其上提供了相对广阔的空间,一方面有助于让同类个体叠在其上,另一方面可保证叠背后的个体不易分散;此外,三叶虫萤幼虫背部中间的明显凸起结构让同类个体更容易攀附,再加上背部的起伏结构增大了个体之间的摩擦系数,凸起结构和起伏结构都保证了其在叠背时不易滑落;最后,三叶虫萤幼虫从胸部到腹部再到臀足都有明显的分节结构,这种具有相对较大的缝隙的分节结构有利于放置同类个体

的足。

三叶虫萤从3龄幼虫开始,其腹面出现黑色毛孔<sup>[4]</sup>,此后刚毛数量和长度不断增大,再加上腹部的不平整结构,这些都增大了个体之间的摩擦系数,使叠背行为更加牢靠。1龄和2龄幼虫腹面尚未出现刚毛<sup>[4]</sup>,但腹部的不平衡结构、背部结构、足部结构等也可维系其叠背行为。

除了以上4个因素,三叶虫萤幼虫臀足也起了一定的作用。萤火虫幼虫的臀足具有相似的功能,即吸附功能<sup>[10]</sup>。三叶虫萤幼虫可利用臀足将身体吸附在其他个体上。

以上因素对于三叶虫萤幼虫的叠背行为并不是单一影响的,而是相辅相成的。三叶虫萤幼虫的足结构和背腹部结构为其叠背行为提供了形态结构基础,接触时间和种群密度是其发生叠背行为的客观条件。

#### 3.2 叠背行为意义

集群叠背是三叶虫萤幼虫的最佳栖息方式。三叶虫萤幼虫一般昼伏夜出,在白天发现的幼虫,不论是实验养殖基地还是野外状态下的幼虫,大多集群叠背在阴暗潮湿和物体缝隙之处,幼虫通过集群叠背保障栖息。

集群叠背是三叶虫萤幼虫独特的防卫行为。三叶虫萤幼虫个体体积较小,易受到掠食者的侵害,叠背行为将多个个体联系在一起,使其共同栖息在同一个较为适宜生存的环境中,更有利于种族的繁衍。另一方面,在一个叠背群中,一个个体受到侵害也可快速地将敌情传递下去,促使其他个体采取相应的防御措施,减少突击的伤害。

三叶虫萤幼虫在取食时出现的集群叠背是其绕食取食的结果,可提高取食效率。三叶虫萤幼虫井然有序取食方式和行为有助于个体在单位时间内取食更多的猎物,也让更多的个体获得了食物,更有利于该物种的生存和繁衍。

在自然状态下,叠背行为有利于三叶虫萤幼虫种群的迁移。三叶虫萤幼虫在爬动时偶有出现相对叠背现象,一般情况下为体积较大的个体在下,体积较小的个体在上,但由于上下个体都在爬动,因此其行为通常不稳定。此外,也会出现上下个体交替爬动从而出现交替叠背的现象。不管相对叠背是否稳定有序,此行为的发生都让单个个体在单位时间内移动了更远的距离。

#### 3.3 叠背行为对三叶虫萤幼虫人工养殖的启发

根据三叶虫萤幼虫的集群叠背有利于其栖息,建议在人工养殖时,可设置一些底部多凹槽、多缝隙

的遮蔽物。这类遮蔽物可供三叶虫萤幼虫集群叠背,同时还要保持遮蔽物的湿度,这样三叶虫萤幼虫的栖息得以保障。

根据三叶虫萤幼虫的集群叠背有利于其取食,建议在人工养殖时,可将其食物或人工饲料制成半球状。一方面,保证其在叠背取食时能最大效率地进食,另一方面还可减少食物浪费,保持其生活环境长期不受污染,更有利于三叶虫萤幼虫的生存。

在三叶虫萤卵孵化时选择合适的介质<sup>[11]</sup>提高孵化率,再加上叠背行为与其栖息和取食等方面都有联系和应用,通过合理的叠背行为保障了其栖息和取食,那么三叶虫萤幼虫的人工养殖便相对简单了。

### 参考文献

- [1] McDermott, Frank A. The Taxonomy of the Lampyridae (Coleoptera) [J]. Transactions of the American Entomological Society, 1964, 90(1):1-72.
- [2] Fu X H, Ballantyne L A, Lambkin CL. *Emeia* gen. nov., a new genus of Luciolinae fireflies from China (Coleoptera: Lampyridae) with an unusual trilobite-like larva, and a redescription of the genus *Curtos Motschulsky* [J]. Zootaxa, 2012, 3403(4):1-53.
- [3] Chen S Z, Cao C Q, Xian L M, et al. Habitat analysis and night activity regularity of *Emeia pseudosauteri* at Lùxin Park in Leshan City [J]. Journal of Leshan Normal University, 2014, 29(12):47-50.  
陈申芝,曹成全,鲜黎明等.乐山市绿心公园三叶虫萤生境分析与夜间活动规律[J].乐山师范学院学报, 2014, 29(12):47-50.
- [4] Chen S Z, Lu C C, Cao C Q, et al. The Morphology description of the larval *Emeia pseudosauteri* at different instars [J]. Sichuan Journal of Zoology, 2018, 37(3):298-304.  
陈申芝,卢聪聪,曹成全等.三叶虫萤各龄期幼虫形态描述[J].四川动物, 2018, 37(3):298-304.
- [5] Robert A. L. Bioluminescence methods and protocols. Totowa, New Jersey [M]. Humana Press, 1998: 1-25.
- [6] He H, Liu Y S, Wang Z P, et al. Resource and utilization on fireflies of Taiwan [J]. Journal of Biosafety, 2007(2): 156-158  
何华,刘玉升,王振鹏等.台湾地区萤火虫资源及其开发利用情况[J].华东昆虫学报, 2007(2):156-158.
- [7] Fu X H. The biology and behavior of two species of aquatic fireflies in mainland China [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2005.  
付新华.中国大陆两种水栖萤火虫生物学及行为学研究[D].武汉:华中农业大学, 2005.
- [8] Xu W, Ji S F. Applications of DPS (Data Processing System) in Biostatistical Analysis [J]. Journal of Yulin University, 2014, 24(4):24-27.  
徐伟,季索菲. DPS数据处理系统在生物统计分析中的应用[J]. 榆林学院学报, 2014, 24(4): 24-27.
- [9] Liu Z, Zhao Y L, Liang A P. Study on the ultrastructures of the attachment apparatus of 51 insect species [J]. Journal of University of Chinese Academy of Sciences, 2015, 32(2): 172-184.  
刘征,赵亚玲,梁爱萍. 51种昆虫足的爬行粘附结构研究[J]. 中国科学院大学学报, 2015, 32(2): 172-184.
- [10] Liu P, Cao C Q, Tong C, et al. Morphology and function of the pygypodia of three species of firefly larvae [J]. Biotic Resources, 2017, 39(5): 373-378.  
刘飘,曹成全,童超等. 三种萤火虫幼虫臀足的形态与功能[J]. 生物资源, 2017, 39(5): 373-378.
- [11] Lu C C, Tong C, Cao C Q, et al. Effect of different environments and materials on the hatching of *Emeia pseudosauteri* eggs [J]. Biotic Resources, 2017, 39(5): 386-388.  
卢聪聪,童超,曹成全等. 不同环境和介质对三叶虫萤卵孵化的影响[J]. 生物资源, 2017, 39(5): 386-388.

□