



## 豆荚螟的人工饲养技术\*

迟家家<sup>1\*\*</sup> 朱文君<sup>1</sup> 刘锦<sup>2</sup> 陈鹏<sup>1</sup> 刘俊展<sup>3</sup> 刘永杰<sup>1\*\*\*</sup>

(1. 山东农业大学植物保护学院, 山东省蔬菜病虫生物学重点实验室, 泰安 271018;

2. 山东农业工程学院园林科学与工程学院, 济南 250100; 3. 滨州市农业科学院, 滨州 256601)

**摘要** 【目的】豆荚螟 *Etiella zinckenella* (Treitschke) 是大豆上的一种重要害虫, 为探索豆荚螟的人工饲养技术。【方法】本文研究了不同饲养器具对幼虫生长发育的影响、不同性比交配对生殖力的影响, 以及不同产卵器具对成虫产卵量的影响。【结果】相比平底试管和 12 孔培养板, 使用 30 mL 塑料量杯饲养幼虫存活率最高, 5 个龄期存活率均在 93% 以上, 3 种饲养器具幼虫历期差异不明显; 不同性比值对成虫寿命和产卵孵化率的影响不明显, 雌雄比为 1 : 2 时产卵量最高; 不同产卵器具对雌雄成虫寿命的影响不显著, 分别约为 14 d 和 11 d, 且雌成虫只在豆荚上产卵, 在其它 3 种器具上产卵量均为 0。【结论】使用 30 mL 塑料量杯饲养幼虫, 成虫配对时保持雌雄比 1 : 2, 提供豆荚供其产卵是目前探索出的最好的人工饲养方法。

**关键词** 豆荚螟; 发育历期; 饲养技术

## Best conditions for rearing *Etiella zinckenella* (Treitschke)

CHI Jia-Jia<sup>1\*\*</sup> ZHU Wen-Jun<sup>1</sup> LIU Jin<sup>2</sup> CHEN Peng<sup>1</sup> LIU Jun-Zhan<sup>3</sup> LIU Yong-Jie<sup>1\*\*\*</sup>

(1. Shandong Provincial Key Laboratory for Biology of Vegetable Disease and Insect Pests, College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China; 2. College of Landscape Science and Engineering, Shandong Agricultural Engineering College, Jinan 250100, China; 3. Academy of Binzhou Agricultural Sciences, Binzhou 256601, China)

**Abstract** [Objectives] To identify the best conditions for raising *Etiella zinckenella* (Treitschke), one of the main pests of soybean crops, in captivity. [Methods] The effects of different enclosures on the growth and development of larvae, the effects of different sex ratios on fecundity, and the influence of different oviposition substrates on oviposition, were measured and compared. [Results] Insects kept in 30 mL plastic measuring cups had a higher survival rate than those kept in flat-bottomed tubes or 12-well culture plates. The survival rate of five instars was higher than 93%. There were no significant differences in the duration of the larval period among the three different enclosure types. Sex ratio did not significantly affect adult longevity or egg hatching rate but the highest fecundity was achieved at a female to male sex ratio of 1 : 2. The effect of different oviposition sites on the longevity of adults was not significant; the longevity of males and females was about 14 and 11 days, respectively. Adult females only laid eggs on fresh pods and not on any of the other substrates tested. [Conclusion] Raising larvae in 30 mL plastic measuring cups, maintaining a female to male sex ratio of 1 : 2 and providing fresh pods for oviposition improved the survival rate and fecundity of *E. zinckenella*.

**Key words** *Etiella zinckenella* (Treitschke); developmental duration; rearing technique

\* 资助项目 Supported projects: 山东省重大科技创新工程 (2017CXGC0207); 山东省现代农业产业技术体系杂粮产业创新团队病虫害防治与安全控制岗位

\*\*第一作者 First author, E-mail: 731877100@qq.com

\*\*\*通讯作者 Corresponding author, E-mail: yj@sdau.edu.cn

收稿日期 Received: 2018-05-14; 接受日期 Accepted: 2018-11-15

豆荚螟 *Etiella zinckenella* (Treitschke) 是危害大豆的一种重要害虫, 主要以幼虫危害嫩花和嫩荚, 造成落花落荚, 3 龄以后钻蛀豆荚贮食豆粒, 从而造成大豆严重减产 (吴洁远等, 2011)。豆荚螟是一种难以防控的农业害虫, 发生具有隐蔽性、局部性和暴发性的特点, 不仅与其自身的生物学特性有关, 同时还受全球气候变化, 农药与大豆品种的更新以及耕作方式改变等人类活动的影响。从豆荚螟被报道到现在已有 106 年, 但其危害性只增不减, 且分布范围很广。因此, 探究出豆荚螟室内饲养的方法, 并以此为基础结合生物化学、分子生物学等技术, 找出防治豆荚螟的有效方法是非常重要的。迄今为止, 用人工饲养的鳞翅目昆虫已达 556 种以上, 其中多数是重要的植食性害虫, 且关于甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* (Hübner)、玉米螟 *Ostrinia palustralis* (Hübner)、甘蓝夜蛾 *Spodoptera exigua* 等的人工饲养已近成熟。至今国内外关于豆荚螟人工饲养的研究未见报道。

人工饲养昆虫能终年为昆虫学各学科的研究提供试验虫源, 并可直接用于昆虫生物学研究、营养生理研究、害虫防治研究等。人工饲养有很多优点, 既不受季节、地区的限制, 又能得到生理条件完全一致的昆虫, 因此, 保证了各项研究工作的顺利进行。本实验室在确定豆荚螟人工饲料配方后, 进一步研究了豆荚螟人工饲养技术, 人工饲养技术直接影响着昆虫的成活率, 合理的饲养工具及环境是饲养昆虫不可缺少的条件, 因此本试验对豆荚螟幼虫饲养器具、成虫性比以及产卵器具进行研究, 以探索出最佳饲养方法, 实现豆荚螟的室内大量繁殖。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试虫源: 2015、2016 年于山东省肥城市安驾庄镇菜用大豆种植基地采集被豆荚螟幼虫为害的豆荚, 带回实验室, 在温度  $(28 \pm 1) ^\circ\text{C}$ 、相对湿度  $70\% \pm 10\%$ 、L:D=14:10 的人工气候箱内饲养, 待老熟幼虫脱荚化蛹。成虫羽化后,

给予 20% 蜂蜜水和复合维生素 B 补充营养源, 每天收集成虫所产的卵。

供试植物: 毛豆 3 号成熟期。

仪器: A200S 型万分之一电子分析天平 (德国产); RXZ-280C 智能型光照培养箱 (宁波江南仪器厂)。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 不同饲养器具对幼虫生长发育的影响

选用 30 mL 塑料量杯、平底试管 (直径 18 mm, 长度 80 mm)、12 孔培养板 (内孔直径 22 cm, 孔深 18 mm) 作为饲养器具, 将初孵 5 h 内的幼虫分别移入装有人工饲料 ( $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ ) 的饲养器具中。30 mL 塑料量杯每杯放置 1 头, 重复 120 个量杯, 平底试管每管放置 1 头, 重复 120 个试管, 12 孔培养板每孔放置 1 头, 重复 10 个培养板共 120 孔。放入温度  $(28 \pm 1) ^\circ\text{C}$ 、相对湿度  $70\% \pm 10\%$ 、L:D=14:10 的人工气候箱内饲养。每天观察一次幼虫发育和存活情况, 直至化蛹, 统计各虫态发育历期。

1.2.2 不同性比交配对豆荚螟生殖的影响 将羽化后第 1 天的成虫按不同性比放于 350 mL 的玻璃食品罐头瓶中, 杯内放置豆荚供其产卵, 蘸有 10% 蜂蜜水和复合维生素的棉球作为成虫补充营养源。本试验设置雌雄比 1:2、2:3、1:1、2:1 4 种性比, 每处理 10 瓶, 各处理均重复 3 次。放入温度  $(28 \pm 1) ^\circ\text{C}$ 、相对湿度  $70\% \pm 10\%$ 、L:D=14:10 的人工气候箱内饲养。每天观察并记录雌虫产卵量, 直至成虫死亡。将卵接入铺有保湿滤纸的培养皿内, 每天观察其孵化率。

#### 1.2.3 不同产卵器具对豆荚螟生殖的影响

将刚羽化的成虫以雌雄 1:1 的比例放于 350 mL 的玻璃食品罐头瓶中, 每杯分别放置豆荚、纱布、滤纸、绒布供其产卵, 蘸有 10% 蜂蜜水和复合维生素的棉球作为成虫补充营养源。每处理 10 瓶, 各处理均重复 3 次。放入  $(28 \pm 1) ^\circ\text{C}$ 、相对湿度  $70\% \pm 10\%$ 、L:D=14:10 的人工气候箱内饲养。每天观察并记录雌虫产卵量, 直至成虫死亡。

将卵接入铺有保湿滤纸的培养皿内, 每天观察其孵化率。

1.3 数据分析

采用 SPSS 17.0 进行单因素方差分析, 并应用 Tukey 法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同饲养器具对豆荚螟幼虫生长发育的影响

不同饲养器具中豆荚螟幼虫发育历期和存活率如表 1 所示。豆荚螟 1 龄、3 龄和 4 龄幼虫历期在 30 mL 塑料量杯中最短, 分别为 3.20、2.20、2.11 d, 其次为 12 孔培养板, 且差异不显著; 2 龄历期在 12 孔培养板中最短, 为 3.08 d, 其次为 30 mL 塑料量杯, 且差异不显著; 1-4 龄历期在平底试管中均为最长, 且与其它两种器具差异显著; 5 龄历期在 30 mL 塑料量杯和平底试管中最短, 均为 4.18 d, 在 12 孔培养板中最长, 为 5.21 d, 差异显著。豆荚螟 1 龄幼虫存活率在 30 mL 塑料量杯中最高, 为 95.00%, 与平底试管和 12 孔培养板差异显著; 2 龄幼虫存活率在 12 孔培养板中最高, 为 94.15%, 其次为 30 mL 塑料量杯, 且差异不显著, 与平底试管存在明显

差异; 3-5 龄幼虫存活率在 30 mL 塑料量杯和平底试管中均为 100%, 在 12 孔培养板中分别为 95.83%、99.17%和 89.16%。可见, 用 30 mL 塑料量杯饲养幼虫历期相对较短、存活率相对较高, 有着较好的饲养效果。

2.2 不同性交配对豆荚螟生殖的影响

不同性交配对豆荚螟生殖的影响如表 2 所示。4 种雌雄性比中, 雌虫寿命和雄虫寿命分别为 15 d 左右和 12 d 左右, 不同性交比间差异不显著。卵的孵化率均为 90%左右, 且不同性交比间不存在明显差异。繁殖力在雌雄比 1 : 2 时有最大值, 为 68.50 粒卵/雌虫, 与其它 3 种性交比差异显著; 其次为 2 : 3 和 1 : 1, 繁殖力分别为 41.47 粒卵/雌虫和 40.10 粒卵/雌虫; 当雌雄比为 2 : 1 时繁殖力最小, 为 31.55 粒卵/雌虫, 与其它 3 种性交比存在明显差异。可见, 豆荚螟成虫繁殖力随着雌雄性比比值的减小而有所增加, 表现为每雌虫产卵量的增加; 性交比的改变, 对雌雄成虫的寿命和产卵孵化率的影响不明显。

2.3 不同产卵器具对豆荚螟生殖的影响

不同产卵器具对豆荚螟生殖的影响如表 3 所示。4 种产卵器具中, 雌虫寿命和雄虫寿命分

表 1 不同饲养器具中豆荚螟幼虫发育历期和存活率

Table 1 The developmental duration and survival rate of *Etiella zinckenella* larvae in different breeding facilities

| 指标<br>Index       |                       | 30 mL 塑料量杯<br>30 mL plastic measuring cup | 平底试管<br>Flat-bottomed tube | 12 孔培养板<br>12 well culture plate |
|-------------------|-----------------------|-------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1 龄<br>1st instar | 历期 (d) Duration       | 3.20 ± 0.05 b                             | 3.39 ± 0.05 a              | 3.33 ± 0.08 ab                   |
|                   | 存活率 (%) Survival rate | 95.00 ± 2.00 a                            | 77.49 ± 3.82 b             | 84.18 ± 3.33 b                   |
| 2 龄<br>2nd instar | 历期 (d) Duration       | 3.08 ± 0.04 b                             | 3.29 ± 0.05 a              | 3.07 ± 0.03 b                    |
|                   | 存活率 (%) Survival rate | 93.34 ± 2.27 a                            | 87.49 ± 3.02 a             | 94.15 ± 2.14 a                   |
| 3 龄<br>3rd instar | 历期 (d) Duration       | 2.20 ± 0.04 b                             | 2.41 ± 0.07 a              | 2.24 ± 0.05 b                    |
|                   | 存活率 (%) Survival rate | 100.00 ± 0.00 a                           | 100.00 ± 0.00 a            | 95.83 ± 1.82 b                   |
| 4 龄<br>4th instar | 历期 (d) Duration       | 2.11 ± 0.06 b                             | 2.48 ± 0.10 a              | 2.12 ± 0.04 b                    |
|                   | 存活率 (%) Survival rate | 100.00 ± 0.00 a                           | 100.00 ± 0.00 a            | 99.17 ± 0.83 a                   |
| 5 龄<br>5th instar | 历期 (d) Duration       | 4.18 ± 0.11 b                             | 4.18 ± 0.08 b              | 5.21 ± 0.10 a                    |
|                   | 存活率 (%) Survival rate | 100.00 ± 0.00 a                           | 100.00 ± 0.00 a            | 89.16 ± 2.85 b                   |

表中数据表示平均值±标准误。同行数据后标有不同字母表示经 Tukey 法检验在  $P = 0.05$  水平差异显著。下表同。  
Data in the table are mean±SE, and followed by different letters within a row are significantly different at 0.05 level by Tukey tset. The same below.

表 2 不同性比交配对豆荚螟生殖的影响

Table 2 Effect of the different artificial diet on reproduction of *Etiella zinckenella*

| 指标 Index                   | 2♀ : 1♂        | 1♀ : 1♂        | 2♀ : 3♂        | 1♀ : 2♂        |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 雌虫寿命 (d) Female            | 14.85 ± 0.55 a | 15.20 ± 0.42 a | 15.10 ± 0.60 a | 15.30 ± 0.70 a |
| 雄虫寿命 (d) Male              | 12.70 ± 0.72 a | 11.40 ± 0.48 a | 11.93 ± 0.54 a | 11.95 ± 0.36 a |
| 繁殖力 (粒卵) Fecundity         | 31.55 ± 0.70 c | 40.10 ± 0.62 b | 41.47 ± 0.45 b | 68.50 ± 0.86 a |
| 卵孵化率 (%) Egg hatching rate | 89.42 ± 0.44 a | 89.80 ± 0.34 a | 90.03 ± 0.29 a | 90.52 ± 0.51 a |

表 3 不同产卵器具对豆荚螟生殖的影响

Table 3 Effect of the different spawning facilities on reproduction of *Etiella zinckenella*

| 指标 Index                   | 豆荚 Bean pod    | 纱布 Gauze       | 滤纸 Filter paper | 绒布 Flannellet  |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| 雌虫寿命 (d) Female            | 14.40 ± 0.52 a | 14.60 ± 0.50 a | 14.70 ± 0.60 a  | 13.90 ± 0.74 a |
| 雄虫寿命 (d) Male              | 11.00 ± 0.39 a | 11.00 ± 0.45 a | 10.60 ± 0.45 a  | 10.70 ± 0.42 a |
| 繁殖力 (粒卵) Fecundity         | 36.80 ± 0.65 a | 0.00 ± 0.00 b  | 0.00 ± 0.00 b   | 0.00 ± 0.00 b  |
| 卵孵化率 (%) Egg hatching rate | 89.68 ± 0.50 a | 0.00 ± 0.00 b  | 0.00 ± 0.00 b   | 0.00 ± 0.00 b  |

别为 14 d 左右和 11 d 左右, 不同产卵器具间差异不显著。雌成虫在豆荚上繁殖力最高, 为 36.80 粒卵/雌虫, 在其它 3 种器具上产卵量均为 0, 雌成虫未产卵, 存在显著差异; 在豆荚上的产卵孵化率为 89.68%。可见, 不同产卵器具对雌雄成虫寿命的影响不显著, 雌成虫只在豆荚上产卵。

### 3 讨论

人工饲养昆虫能终年为昆虫学各学科的研究提供试验虫源, 并可直接用于昆虫生物学研究、营养生理研究、害虫防治研究等 (戈峰, 2008)。本试验对豆荚螟的人工饲养技术进行了研究, 包括不同饲养器具对幼虫生长发育的影响、不同性比交配对生殖力的影响, 以及不同产卵器具对产卵量的影响。实验结果表明, 相比平底试管和 12 孔培养板, 用 30 mL 塑料量杯饲养幼虫历期相对较短、存活率相对较高, 有着较好的饲养效果。豆荚螟成虫繁殖力随着雌雄性比比

值的减小而有所增加, 在雌雄比 1 : 2 时有最大值, 表现为每雌虫产卵量的增加, 性比值的改变, 对雌雄成虫的寿命和产卵孵化率的影响不明显。豆荚、纱布、滤纸和绒布 4 种产卵器, 分别为 14 d 左右和 11 d 左右, 不同产卵器具间差异不显著; 雌成虫只在豆荚上产卵, 其它 3 种器具上产卵量均为 0。因此, 使用 30 mL 塑料量杯饲养幼虫, 成虫配对时保持雌雄比 1 : 2, 提供豆荚供其产卵。

### 参考文献 (References)

- Ge F, 2008. Modern Ecology (Second Edition). Beijing: Science Press. 1-660. [戈峰, 2008. 现代生态学(第二版). 北京: 科学出版社. 1-660.]
- Wu JY, Lin JH, Li XJ, 2011. The living habits and integrated control techniques of cowpea podworm in the coastal areas of Guangxi province. *Modern Agricultural Science and Technology*, (7): 185-186. [吴洁远, 林竞鸿, 李小洁, 2011. 广西沿海地区豇豆荚螟生活习性及其综合防治技术. 现代农业科技, (7): 185-186.]