

法氏柴胡宽蛾幼虫龄期的划分*

万 喻** 刘廷辉 王静静 何运转***

(河北农业大学植物保护学院, 保定 071001)

摘 要 【目的】法氏柴胡宽蛾 *Depressaria falkovitshi* Lvovsky 为三岛柴胡的一种优势害虫, 主要以幼虫危害柴胡的叶片、茎尖、花序, 幼虫龄期的确定可以为生物学特性的研究和防治措施的制定与实施提供理论依据。【方法】本文通过测量法氏柴胡宽蛾幼虫头壳宽度和体长, 根据所测数据的频次分布及 Dyar 定律推测出法氏柴胡宽蛾幼虫的虫龄数。运用 Crosby 生长法则和线性回归分析验证分龄的合理性。【结果】研究表明, 法氏柴胡宽蛾的幼虫期共分为 5 龄, 1~5 龄幼虫的头壳宽度 (mm) 分别为 0.163 ± 0.006 , 0.262 ± 0.012 , 0.437 ± 0.025 , 0.690 ± 0.038 , 1.116 ± 0.051 。幼虫头壳宽度 (y) 与虫龄 (x) 的回归方程为 $y = 0.101e^{0.4815x}$, $R^2 = 0.9998$ 。【结论】头壳宽度适宜于法氏柴胡宽蛾幼虫期的分龄, 而体长由于变异大不宜用作幼虫龄期的划分。

关键词 法氏柴胡宽蛾, 龄期, 头壳宽度, Dyar 法则

Identification of the larval instars of the *Depressaria falkovitshi* Lvovsky (Lepidoptera: Elachistidae: Depressariinae)

WAN Yu** LIU Ting-Hui WANG Jing-Jing HE Yun-Zhuan***

(College of Plant Protection, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

Abstract [Objectives] The larvae of *Depressaria falkovitshi* Lvovsky (Lepidoptera: Elachistidae: Depressariinae) are an important pest of *Bupleurum falcatum* L.; damaging the leaves, stem tips and inflorescences of this plant. Classification of *D. falkovitshi* larval instars could be important for developing control measures for this pest. [Methods] In this study, the head capsule width and body length of larvae were measured, then the larval instars were identified on the basis of frequency histograms and Dyar's law. The rationality of instars was verified by Crosby's growth rule and linear regression. [Results] The results suggest that the larval stage of *D. falkovitshi* is comprised of 5 instars with an average head capsule width (mm) of: 0.163 ± 0.006 , 0.262 ± 0.012 , 0.437 ± 0.025 , 0.690 ± 0.038 and 1.116 ± 0.051 , respectively. The linear relationship between head capsule width (y) and instar (x) was: $y = 0.101e^{0.4815x}$, $R^2 = 0.9998$. [Conclusion] Head capsule width can be used to reliably identify larval instars but body length is too variable.

Key words *Depressaria falkovitshi* Lvovsky, larval instar, head capsule width, Dyar's rule

法氏柴胡宽蛾 *Depressaria falkovitshi* Lvovsky, 属鳞翅目 Lepidoptera、麦蛾总科 Gelechioidea、小潜蛾科 Elachistidae、宽蛾亚科 Depressariinae。2013 年 8 月作者研究室首次发现其在三岛柴胡上危害, 由南开大学鉴定为中国新纪录种, 现已扩散至北柴胡上进行危害, 为柴

胡种植区的一种优势害虫(刘廷辉等, 2014)。法氏柴胡宽蛾主要以幼虫取食柴胡的种子、花蕾和嫩叶进行危害, 发生严重地区, 柴胡植株危害率达 90% 以上。幼虫食量大, 大爆发时可将植株的整个花蕾吃光, 严重影响柴胡的产量和品质。法氏柴胡宽蛾的幼虫常吐丝结网, 有卷叶习性,

* 资助项目 Supported projects: 河北省中药材产业技术体系 (1004029)

**第一作者 First author, E-mail: wanyu1988@yeah.net

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: heyz63@sina.com

收稿日期 Received: 2015-05-20, 接受日期 Accepted: 2015-06-30

致使该害虫生物学特性研究及有效防治遇到很大困难。

幼虫龄期的确定是研究害虫生物学特性和发生规律的基础,也是制定有效预测预报及防治技术的理论依据。法氏柴胡宽蛾为中国新纪录种,至今尚未见其生物学特性及幼虫龄期划分的相关报道。法氏柴胡宽蛾幼虫卷叶危害,很难通过直接观察蜕皮次数来确定幼虫虫龄数。本研究拟采用测量幼虫头壳宽度和体长的方法确定法氏柴胡宽蛾幼虫虫龄数,以期法氏柴胡宽蛾的生物学特性研究和综合防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

于 2014 年 6 月在保定市博野县杜各庄三岛柴胡种植基地采集法氏柴胡宽蛾的幼虫,将其带回室内以三岛柴胡嫩叶饲养至产卵。饲养条件:温度 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$,湿度 $70\% \pm 10\%$,光照条件 L:D = 14:10。将卵块放在培养皿中孵化,定期检查卵的孵化情况,随机选取 50 头初孵幼虫,于 75% 的酒精中保存待测。其余的初孵幼虫继续以三岛柴胡嫩叶饲养,每隔 1 d 收集 30 头,于 75% 的酒精中保存待测,以保证样本中各个龄期幼虫数量均衡。幼虫进入预蛹期后,随机挑选 50 头预蛹,于 75% 的酒精中保存待测。在饲养过程中,挑选 30 头初孵幼虫单头饲养,观察记录蜕皮情况。

1.2 测定方法

利用 Olympus 体视镜对单头幼虫各个待测部位进行正面拍摄并保存为 JPEG 格式的照片,然后用 AxioVision Rel.4.8 软件测量其头壳宽度和体长。

1.3 分龄数据的分析方法

利用 SPSS19.0 对所测数据进行统计分析,绘制频次分布图,初步确定幼虫的龄数。根据 Dyar 定律 (Chapman, 1998; 彩万志, 2001) 和 Crosby 生长法则 (Loerch and Cameron, 1983) 计算 Brooks 指数和 Crosby 指数,将各指标测量

数据与相应龄数进行回归分析,进一步验证分龄的合理性。

Brooks 指数 = X_n / X_{n-1} (X_n 和 X_{n-1} 分别表示 n 龄和 $n-1$ 龄幼虫各个测量指标的平均值)

Crosby 指数 = $(b_n - b_{n-1}) / b_{n-1}$ (b_n 和 b_{n-1} 分别表示第 n 和 $n-1$ 个 Brooks 指数)

2 结果与分析

2.1 法氏柴胡宽蛾幼虫头壳宽度的频次分布

根据幼虫头壳宽度频次分布 (图 1) 得知:法氏柴胡宽蛾幼虫头壳宽度明显分为 5 个区域 (一个频次分布集中的区域代表一个龄期)。测定 50 头初孵幼虫 (1 龄) 的头壳宽度,其数值均落在频次分布图的第 1 个区域。测定的 50 头处于预蛹状态幼虫的头壳宽度,其数据均落在频次分布图的第 5 个区域。因此,频次分布图的第 5 区域为法氏柴胡宽蛾末龄幼虫头壳宽度的分布区。由此推断,法氏柴胡宽蛾幼虫期分为 5 龄。且在饲养过程中观察发现法氏柴胡宽蛾幼虫共进行 4 次蜕皮,分别在幼虫期的第 4 天、第 6 天、第 8 天、第 10 天进行蜕皮,将幼虫期分为 5 龄,与频次分布相符合。

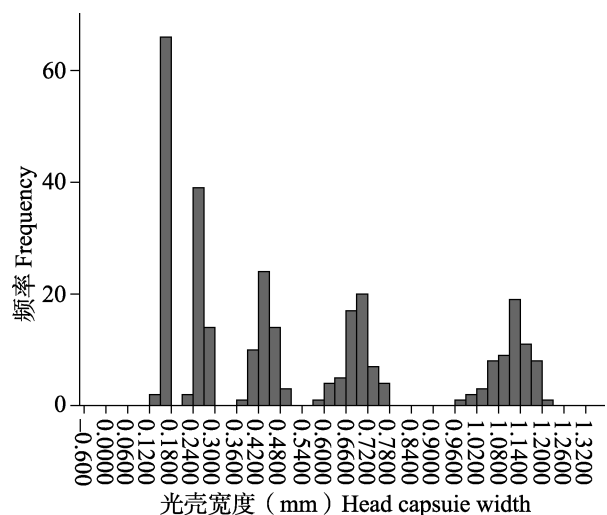


图 1 法氏柴胡宽蛾幼虫头壳宽度频次分布图
Fig. 1 Frequency distribution of head capsule width in *Depressaria falkovitshi* larvae

2.2 法氏柴胡宽蛾各龄幼虫头壳宽度统计参数

将头壳宽度进行统计分析可知 (表 1), 当

表 1 法氏柴胡宽蛾各龄幼虫头壳宽度及其统计参数
Table 1 Head capsule width and its statistical paramer of *Depressaria falkovitshi* larvae

龄数 Instar	头壳宽度 (mm) Head capsule width	均值 (mm) Mean	样本数 Number of samples	变异系数 (%) Coefficient of variation	Books 指数 Brooks' ratio	Crosby 指数 Crosby's ratio
1	0.137-0.174	0.163±0.006	69	3.75	-	-
2	0.238-0.292	0.262±0.012	55	4.58	1.607	-
3	0.386-0.495	0.437±0.025	52	5.70	1.668	0.038
4	0.587-0.768	0.690±0.038	58	5.47	1.578	- 0.054
5	0.987-1.202	1.116±0.051	62	4.56	1.618	0.025

法氏柴胡宽蛾幼虫分为 5 个龄期时,头壳宽度的 Brooks 指数在 1.57~1.62 之间,符合 Dyar 定律,头壳宽度的 Crosby 指数均小于 10%。表明法氏柴胡宽蛾的幼虫分为 5 龄是合理的,且与实际观察结果相一致。

2.3 幼虫虫龄数和头壳宽度的回归分析

将法氏柴胡宽蛾幼虫龄数和头壳宽度进行回归分析并绘图 (图 2)。结果表明,两者呈指数增长关系,回归方程为 $y = 0.101e^{0.4815x}$, $R^2=0.9998$, 幼虫龄数与头壳宽度的相关关系显著。因此,根据幼虫头壳宽度推断龄期的方法是可靠、合理的。

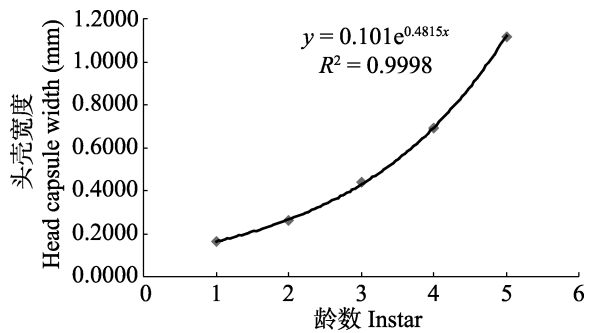


图 2 法氏柴胡宽蛾幼虫虫龄与头壳宽度的回归关系
Fig. 2 Regression relationship between larval instar and head capsule width in *Depressaria falkovitshi* larvae

2.4 法氏柴胡宽蛾幼虫体长的频次分布

根据幼虫体长频次分布 (图 3) 得知:法氏柴胡宽蛾幼虫体长可明显分为 4 个区域。第 1 个区域体长范围 0.604~3.997 mm,平均为 1.762 mm;第 2 个区域体长范围 4.561~6.952 mm,平均为 50155 mm 第 3 个区域体长范围 7.085~13.484 mm,平均为 10.315 mm 第 4 个区域体长范围 14.352~

17.302 mm,平均为 15.775 mm。由此推断,法氏柴胡宽蛾幼虫分为 4 龄。然而实际观察发现法氏柴胡宽蛾幼虫共有 5 个龄期,与频次分布相矛盾,因此,幼虫体长并不适宜幼虫龄期的划分。

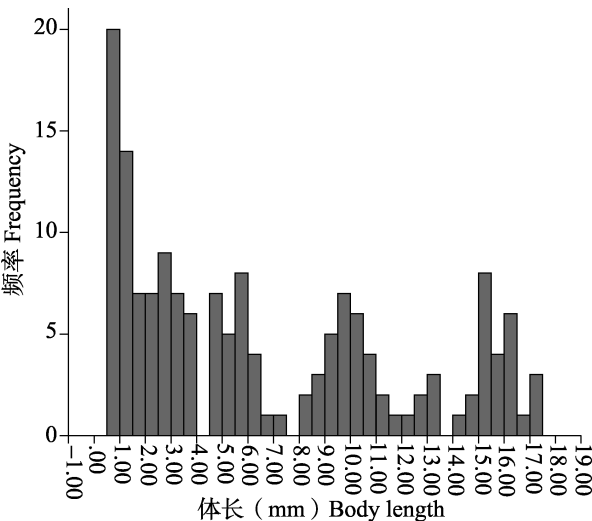


图 3 法氏柴胡宽蛾幼虫体长频次分布图
Fig. 3 Frequency distribution of body length in *Depressaria falkovitshi* larvae

2.5 法氏柴胡宽蛾各龄幼虫体长统计参数

将幼虫体长进行统计分析可知 (表 2):当法氏柴胡宽蛾幼虫分为 4 个龄期时,幼虫体长的 Crosby 指数均大于 10%。表明法氏柴胡宽蛾的幼虫期分为 4 龄是不合理的。法氏柴胡宽蛾幼虫的体长由于在低龄幼虫时变异大,不适宜作为幼虫的分龄指标。

3 讨论

在幼虫龄期的划分研究中,昆虫学工作者常以头壳宽度、体长、体宽、体重、趾钩数目及类

表 2 法氏柴胡宽蛾各龄幼虫体长及其统计参数
Table 2 Body length and its statistical paramer of *Depressaria falkovitshi* larvae

龄数 Instar	体长 (mm) Body length	均值 (mm) Mean	样本数 Number of samples	变异系数 (%) Coefficient of variation	Books 指数 Brooks'ratio	Crosby 指数 Crosby's ratio
1	0.604-3.997	1.762±7.449	59	422.7	-	-
2	4.561-6.952	5.515±0.586	32	10.6	3.130	-
3	7.085-13.484	10.315±1.507	38	14.6	1.870	- 0.402
4	14.352-17.302	15.775±0.716	35	4.5	1.529	- 0.182

型等指标作为分龄特征,其中最常用的划分指标便是幼虫头壳宽度。严林等(1994)通过测定门源草原毛虫 *Gynaephora menyuanensis* 幼虫的头壳宽度、体长、体宽、体重和趾钩数 5 项参数,对其进行龄期划分,结果表明头壳宽度是判别幼虫龄期的最适参数。李召波等(2014)研究表明,二点委夜蛾 *Athetis lepigone* 幼虫头壳宽度适宜作为分龄指标,并将幼虫期分为 5 龄,体长、体重不宜用于幼虫虫龄的划分。刘永华等(2014)通过测定栎黄枯叶蛾 *Trabala vishnou gigantina* 幼虫头壳宽度、体长、体宽、额宽、上颚基部宽和单眼间距 6 项指标,发现头壳宽度为最适分龄指标,并将幼虫期分为 7 龄,额宽、上颚基部宽和单眼间距可作为龄期划分的辅助手段,体长、体宽不宜用作幼虫龄数的划分。杨美红等(2012)报道在榆木蠹蛾 *Holcocerus vicarius* 幼虫的头壳宽、体长、体宽、前胸背板宽、上颚长和上颚宽 6 项指标中,头壳宽度为最佳分龄指标,上颚宽可作为龄期划分的辅助手段和验证指标。董易之等(2011)通过测定幼虫头壳宽度将荔枝大造桥虫幼虫期分为 6 龄。本研究与上述研究一致,头壳宽度适宜于法氏柴胡宽蛾幼虫期的分龄。由此表明头壳宽度可作为幼虫期分龄最合理可靠的分龄指标,这是因为幼虫头壳骨化强而形态较为稳定,头壳宽度呈间断性增长(每蜕一次皮就显著增长一次),同龄幼虫的头壳宽度大致固定,相邻龄期的幼虫头壳宽度存在一定的几何级关系。

昆虫幼虫体长随着虫龄的增加而增长,呈现一定规律性,但体长的增长是连续的,各龄幼虫间体长有重叠现象,且个体之间体长变异较大,

因此不宜用于作为龄数划分的指标和依据(刘永华, 2014; 李召波, 2014)。本研究表明法氏柴胡宽蛾幼虫体长变异大,因此不适宜作为龄数划分的指标和依据。

昆虫幼虫期的生长发育受到温度、光照、食物供给、幼虫密度等因素的影响(王小艺等, 2012),不同条件下幼虫龄数可能不同。王联盾(1993)在田间环境中发现油桐尺蠖幼虫期分为 6 龄,而孙艳娟等(2009)发现室内人工饲养的油桐尺蠖幼虫期分为 7 龄。曹美琳等(2012)研究表明二点委夜蛾的蜕皮次数与温度密切相关,在 16℃时有 18.18%的二点委夜蛾个体进入 6 龄,随着温度的升高,进入 6 龄的比例逐渐增多,32℃时达 48.44%。朱俊洪等(2005)报道食物种类可影响斜纹夜蛾 *Prodenia litura* 幼虫的虫龄,取食蓖麻、豇豆和番木瓜的幼虫均为 6 龄,而取食香蕉的幼虫为 7 龄。光周期也会影响昆虫虫龄,在长日照条件下,粉茎螟 *Sesamia nonagrioides* 经过 6 次蜕皮后化蛹,但在短日照条件下蜕皮次数增多(李召波, 2014)。本研究供试幼虫均在温度 (25±1)℃,湿度 70%±10%,光照条件 L:D=14:10 的条件下以柴胡嫩叶饲养,其饲养环境具有高度一致性。取样时,每隔 1 d 取一次样,每次取样不少于 30 头幼虫,保证了各个龄期幼虫数量的均衡。由此使得法氏柴胡宽蛾幼虫的龄期划分更加可靠。

本研究所用幼虫均在室内特定条件下饲养,与田间环境条件存在一定差异。因此,温度、光照、食物供给、幼虫密度等因素对法氏柴胡宽蛾幼虫田间虫龄数是否有影响,还需进一步的深入

研究。

参考文献 (References)

- Chapman RF, 1998. The Insects: Structure and Function. 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press. 376–380.
- Loerch CR, Cameron EA, 1983. Determination of larval instars of the bronze birch borer, *Agrilus anxius* (Coleoptera: Buprestidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 76(6): 948–952.
- Cai WZ, 2001. General Entomology. Beijing: China Agricultural University Press. 263. [彩万志, 2001. 普通昆虫学. 北京: 中国农业大学出版社. 263.]
- Cao ML, Tao B, Liu S, Dong JH, He YZ, 2012. Influence of temperature on experimental population of *Athetis lepigone* (Möschler). *Journal of Plant Protection*, 39(6): 531–535. [曹美琳, 陶晔, 刘顺, 董金皋, 何运转. 2012. 温度对二点委夜蛾实验种群的影响. 植物保护学报, 39(6): 531–535.]
- Dong YZ, Chen BX, Xu Sh, Li PY, 2011. Division of larval instars of the litchi giant looper, *Ascotis selenaria* (Lepidoptera: Geometridae). *Journal of Environmental Entomology*, 33(4): 552–550. [董易之, 陈炳旭, 徐淑, 李鹏燕, 2011. 荔枝大造桥虫幼虫龄数的划分. 环境昆虫学报, 33(4): 552–550.]
- Li ZB, Li JW, Zhao N, Yu Y, Zhang AS, Zhai YF, Li LL, 2014. Determination of the larval instars of *Athetis lepigone* (Möschler). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(5): 1350–1355. [李召波, 李静雯, 赵楠, 于毅, 张安盛, 翟一凡, 李丽莉, 2014. 二点委夜蛾幼虫龄的测定. 应用昆虫学报, 51(5): 1350–1355.]
- Liu TH, Wan Y, Li HH, He YZ, 2014. *Depressaria falkovitchi* Lvovsky-A new pest injurious to *Bupleurum* in China (Lepidoptera: Elachistidae: Depressariinae). *Journal of Agricultural University of Hebei*, 37(4): 91–94. [刘廷辉, 万喻, 李后魂, 何运转, 2014. 危害柴胡的新害虫——法式柴胡宽蛾(鳞翅目: 小潜蛾科: 宽蛾亚科). 河北农业大学学报, 37(4): 91–94.]
- Liu YH, Zhang YQ, Yan XF, Zheng YG, Lu PF, Zong SX, Luo YQ, 2014. Determination of the larval instars of *Trabala vishnou gigantina* Yang (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(5): 1343–1349. [刘永华, 章一巧, 阎雄飞, 郑永贵, 陆鹏飞, 宗世祥, 骆有庆, 2014. 栎黄枯叶蛾幼虫龄数的确定. 应用昆虫学报, 51(5): 1343–1349.]
- Sun YJ, Wei JY, Yang ZD, Li M, Wei YL, Wei HH, 2009. Division of larval instars of the *Buzura suppressaria* Guenee (Lepidoptera: Geometridae). *Chinese Bulletin of Entomology*, 46(6): 892–895. [孙艳娟, 韦金英, 杨振德, 李明, 韦永丽, 韦海花, 2009. 油桐尺蠖幼虫龄期的划分. 昆虫知识, 46(6): 892–895.]
- Wang LD, 1993. The occurrence regularity and control techniques of *Buzura suppressaria* Guenee. *Guangxi Tropical Agriculture*, (4): 37. [王联盾, 1993. 油桐尺蠖的发生规律与防治. 广西热作科技, (4): 37.]
- Wang XY, Yang ZQ, Tang YL, Jiang J, Yang YL, Gao C, 2012. Determination of larval instar number and duration in the oak longhorn beetle, *Massicus raddei* (Coleoptera: Cerambycidae). *Acta Entomologica Sinica*, 55(5): 575–584. [王小艺, 杨忠岐, 唐艳龙, 姜静, 杨远亮, 高纯, 2012. 栗天牛幼虫龄数和龄期的测定. 昆虫学报, 55(5): 575–584.]
- Yan L, Yu YH, Lan JH, 1994. Determination of *Gynaephora meuanensis* (C.-Y.) larval instar. *Chinese Qinghai Journal of Animal and Veterinary Sciences*, (5): 13–15. [严林, 余英花, 蓝景华, 1994. 门源草原毛虫幼虫虫龄. 青海畜牧兽医杂志, (5): 13–15.]
- Yang MH, Zhang JT, Zong SX, Luo YQ, Niu HL, Zhang B, 2012. Determination of the larval instar number of the carpenter moth *Holcocerus vicarius* (Lepidoptera: Cossidae). *Acta Entomologica Sinica*, 55(6): 710–718. [杨美红, 张金桐, 宗世祥, 骆有庆, 牛辉林, 张彪, 2012. 榆木蠹蛾幼虫龄数的确定. 昆虫学报, 55(6): 710–718.]
- Zhu JH, Zhang FP, Ren HG, 2005. Development and nutrition of *Prodenia litura* on four food plants. *Chinese Bulletin of Entomology*, 42(6): 643–646. [朱俊洪, 张方平, 任洪刚, 2005. 四种食料植物对斜纹夜蛾生长发育及营养指标的影响. 昆虫知识, 42(6): 643–646.]