

文章编号:1001-1498(2013)06-0786-04

苹小吉丁(鞘翅目:吉丁甲科)幼虫龄数的测定

王智勇, 张彦龙, 杨忠岐*, 王小艺

(中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 国家林业局森林保护学重点实验室, 北京 100091)

关键词: 苹小吉丁; 幼虫龄数; Dyar 定律

中图分类号: S763.3 Q968

文献标识码: A

Determination of Larval Instars of *Agrilus mali* Matsumura (Coleoptera: Buprestidae)

WANG Zhi-yong, ZHANG Yan-long, YANG Zhong-qi, WANG Xiao-yi

(Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Key Laboratory of Forest Protection, State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: In recent years, *Agrilus mali* Matsumura has outbreaked in the Xinjiang wild fruit forest, and become the primary threat to *Malus sieversii*. In early study, the larvae of *Agrilus mali* were divided into six instars. However, the particular reason and method were not mentioned, and the larvae of Genus *Agrilus* were usually divided into four or five instars. For better pest forecasting and control strategies, the determination of larval instars was studied again. *A. mali* larvae were sampled periodically in forest, and the eggs were collected to hatch the first instar larvae. Three characteristics (i. e. peristoma width, urogomphus length and body length) were measured by binocular microscope with an eyepiece micrometer. According to the Dyar's law, the data were managed with frequency analysis, and examined by one-way ANOVA method, Crosby ratio and checked with larvae which were molting when sampling. The results showed that, the *A. mali* larva has five instars, and all three determination characteristics are effective except body length.

Key word: *Agrilus mali*; larvae instars; Dyar's law

苹小吉丁(*Agrilus mali* Matsumura)属鞘翅目(Coleoptera)吉丁甲科(Buprestidae),以幼虫蛀食苹果等果树的韧皮部为害,是苹果树的毁灭性害虫^[1]。该虫自1995年在新疆伊犁发现以来^[2],对当地珍贵的新疆野苹果——塞威氏苹果(*Malus sieversii* (Ledeb.) Roem.)林造成重大危害。据伊犁州林业局统计,2011年苹小吉丁在野苹果林中发生面积达到3 867 hm²,占野苹果林总面积的40%,已造成667 hm²野苹果林被害枯死。该虫已严重威胁着整个野生苹果林的生存^[1],2013年国家林业局将其列

入全国林业危险性有害生物名单。

新疆野生苹果是我国乃至世界苹果选育和改良的重要基因库^[3-4],为拯救新疆野生苹果林,我国已开展了苹小吉丁生物学习性及防治等方面的研究^[1,5-7]。在生产防治上,确定苹小吉丁幼虫龄数非常重要,但由于吉丁类害虫的幼虫在树皮蛀食危害,习性隐蔽,其龄期的测定难度很大。吴雪娥等^[7]按苹小吉丁幼虫头宽将其划为6龄,但未提及具体研究方法以及划分的具体依据。根据文献资料,窄吉丁属(*Agrilus* Dahl)的幼虫龄数一般为4龄或5

收稿日期: 2013-04-06

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项项目(201404403)

作者简介: 王智勇(1984—),男,博士,从事害虫生物防治研究, E-mail: wang5491@qq.com

* 通讯作者: E-mail: yangzhqi@126.com

龄,未见6龄的记载。幼虫为4龄的有:白蜡淡带窄吉丁(*A. subcinctus* Gory)^[8]、白蜡窄吉丁(*A. planipennis* Fairmaire)^[9]、桦铜窄吉丁(*A. anxius* Gory)^[10]、双线栗吉丁(*A. bilineatus* Weber)^[11]、蔷薇窄吉丁(*A. rubicola communis* Abeille)(现已订正为*A. cuprescens* (Ménétriés))^[12]。幼虫为5龄的有:柑橘窄吉丁(*A. sauriventris* Saunders)^[13]和黄檀窄吉丁(*A. dalbergiae* Théry)(现已订正为*A. cyanipennis* Chevrolat)^[14]。为查明苹小吉丁幼虫的确切龄数,从而指导生产防治,笔者测定了苹小吉丁幼虫的相关指标,并以此对其龄数进行了测定。

1 材料与方法

1.1 调查地点概况

调查地位于新疆伊犁州新源县野苹果林保护区内(43°22'N,83°34'E),海拔1380 m,气候湿润,冬暖夏凉,年平均气温7.7℃,1月平均气温-8.1℃,7月平均气温20.40℃,降水量580 mm,冬季积雪厚度约1 m,冬季逆温现象明显,日照时数2647.5 h;土壤为山地黑棕色野果林土,具有优越的自然生态条件,植被以野苹果为主,树龄30~55 a,树高6~12 m,胸径17~28 cm,苹小吉丁危害率100%。

1.2 取样方法

苹小吉丁在新疆伊犁1年发生1代,以幼虫越冬,6月中下旬成虫开始羽化,7月下旬为产卵盛期^[7]。本研究自2012年5月初开始,每20 d取样1次,每次剥树皮采集苹小吉丁幼虫30头左右,直到7月中旬;7月下旬,开始大量采集苹小吉丁卵,带回室内保湿培养,让其孵化为1龄幼虫;8月初,在林间,从幼虫孵化盛期开始,每7 d取样1次,每次采集苹小吉丁幼虫30头左右;从9月初到10月底,每15 d取样1次,每次采集苹小吉丁幼虫30头左右;11月苹小吉丁开始越冬,不再取样。采集的幼虫标本用75%乙醇保存,如有正在蜕皮的幼虫则单独保存。

1.3 幼虫分龄特征

昆虫是外骨骼动物,其幼虫的身体按一定规律增长,体长增长是连续性的,只有骨化的部分如头壳、口器、尾叉等是间断式增长,每蜕皮1次便显著增大1次^[15],因此,本研究选取苹小吉丁幼虫的口缘宽(Y_1)和尾叉长(Y_2)(图1)作为分龄特征,进行度量。另外,为便于在林间快速判断幼虫龄期,笔者将幼虫体长(Y_3)也纳入统计。用蔡司 Stermi 2000 -

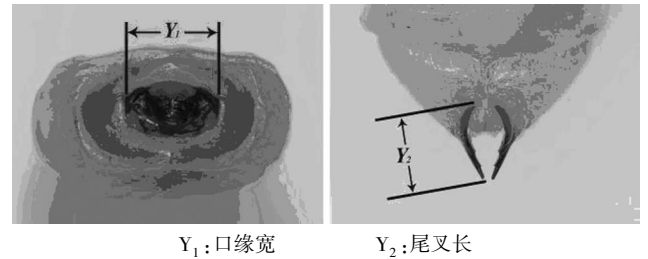


图1 苹小吉丁幼虫分龄指标(体长未显示)

C 体视显微镜度量所选的苹小吉丁幼虫特征。

1.4 数据处理及分析

利用蔡司 Stermi 2000 - C 体视显微镜对苹小吉丁幼虫进行相关指标的测量,所得数据采用 SPSS 19.0 软件制作频次分布图,并计算各指标的平均值、标准误、变异系数等。

根据 Dyar 定律,相邻龄期幼虫骨化部位以一定的几何级数方式增长。因此,可用 Brooks 指数(又称 Dyar 指数)和 Crosby 指数对分组的合理性进行校验。当 Crosby 指数大于 0.1,表明分龄指标的分组不合理^[11],从而确定最佳的龄期划分方式,具体计算公式如下:

$$\text{Brooks 指数} = \frac{x_n}{x_{n-1}}$$

$$\text{Crosby 指数} = \frac{b_n - b_{n-1}}{b_{n-1}}$$

式中: 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; b_n 和 b_{n-1} 分别表示第 n 和 $n-1$ 个 Brooks 指数。

利用蜕皮幼虫蜕皮前后分龄特征的数据,对分龄结果进行校验。

2 结果与分析

2.1 苹小吉丁幼虫龄数的推断

对总共 340 头幼虫(包括林间采集和室内孵化的幼虫)的 2 个形态指标进行测量,制成频次分布图,结果表明:口缘宽(Y_1)有 5 个明显的峰值(图 2),分别是 0.090 5、0.209 0、0.337 8、0.464 0 和 0.752 0 mm;尾叉长(Y_2)有 5 个明显的峰值(图 3),分别是 0.059 0、0.104 5、0.228 0、0.323 0 和 0.551 0 mm。将口缘宽和尾叉长 2 个指标结合起来,也可以明显的分为 5 个区域(图 4),由此可以推断苹小吉丁幼虫为 5 龄。

2.2 苹小吉丁幼虫龄数推断的检验

对苹小吉丁幼虫口缘宽(Y_1)和尾叉长(Y_2)2 个

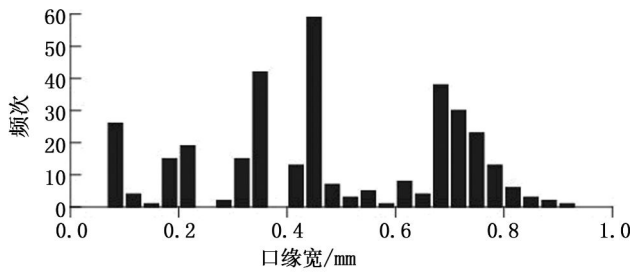


图2 苹小吉丁口缘宽度频次分布

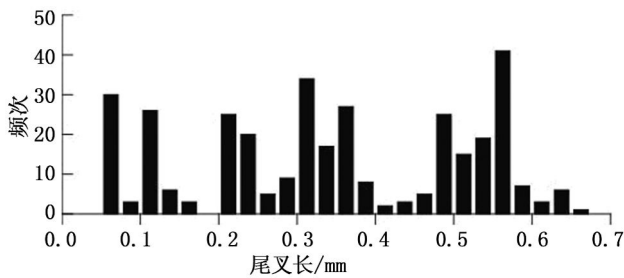


图3 苹小吉丁尾叉长度频次分布

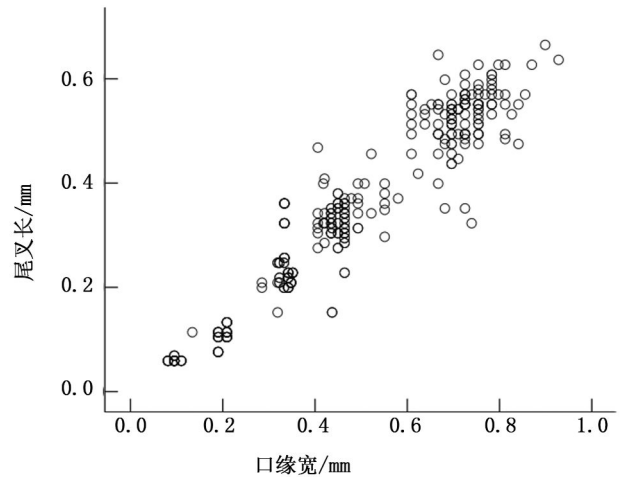


图4 苹小吉丁幼虫口缘宽和尾叉长综合分布

指标的测量数据进行单因素方差分析及 Brooks 指

数和 Crosby 指数计算,由表1可看出:不同龄数之间的平均值具有显著差异,变异系数都小于15%,符合统计上的要求;2个指标的 Crosby 指数均小于0.1。因此,表明将苹小吉丁幼虫划为5龄是合理的。

表1 苹小吉丁幼虫不同龄数指标的测定结果

指标	龄数	样本数/头	(均值±标准误)/mm	变异幅度/mm	变异系数/%	Brooks 指数	Crosby 指数
口缘宽 (Y_1)	1	31	0.095 9±0.001 9 a	0.081 0~0.134 0	11.054 1	-	-
	2	34	0.200 6±0.001 6 b	0.190 0~0.209 0	4.773 2	2.091	-
	3	59	0.335 2±0.001 8 c	0.285 0~0.351 5	4.021 7	1.670	-0.201
	4	88	0.459 4±0.003 8 d	0.406 0~0.580 0	7.821 8	1.371	-0.179
	5	128	0.725 3±0.005 2 e	0.609 0~0.928 0	8.157 8	1.579	-0.152
尾叉长 (Y_2)	1	33	0.061 2±0.000 9 a	0.059 0~0.076 0	8.740 7	-	-
	2	35	0.116 9±0.002 5 b	0.105 0~0.152 0	12.562 8	1.909	-
	3	59	0.233 4±0.003 7 c	0.199 5~0.296 9	12.046 5	1.998	0.047
	4	88	0.342 8±0.003 0 d	0.304 0~0.418 0	8.119 6	1.469	-0.265
	5	125	0.536 4±0.004 1 e	0.437 0~0.665 0	8.444 2	1.565	0.065

注:表中同列不同字母表示经 LSD 多重比较在5%水平上的差异性。

2.3 利用蜕皮幼虫的形态指标进行校验

在采集的苹小吉丁幼虫标本中,有68头处于蜕皮阶段,其中,16头可以测量蜕皮前后口缘宽(Y_1)变化,有10头可以测量蜕皮前后尾叉长(Y_2)变化,将测量结果与表1中相关指标的变幅进行比对,发现蜕皮前后的数据均在计算出的相邻2龄期对应数据变幅之内(表2),再次印证将苹小吉丁幼虫分为5龄是合理的。

2.4 苹小吉丁幼虫各龄期体长均值的确定

在生产实践中,往往需要根据苹小吉丁幼虫的龄期,采取相应的防治措施。测量幼虫口缘宽和尾叉长,需要在实体显微镜下进行,在林间因操作不便,而幼虫体长容易测量;但由于苹小吉丁幼虫体壁柔软,伸缩性强,其体长随虫体生长而缓慢增长,用

频次法直接进行龄期划分,效果不好。因此,笔者将苹小吉丁幼虫5龄各龄期根据口缘宽相对应的体长数据划分出各龄期幼虫体长值范围,作为在野外快速鉴别和确定苹小吉丁幼虫龄期的参考值。苹小吉丁幼虫1~5龄期体长范围分别为:2.250 0~2.999 0、2.610 0~3.600 0、3.330 0~6.105 0、5.400 0~9.990 0、9.180 0~19.250 0 mm。

3 结论与讨论

由于钻蛀性昆虫危害隐蔽,无法直接观察蜕皮情况并据其鉴别虫龄,而采回室内饲养,在人为条件下生长发育的幼虫其龄数往往会发生变化,与实际情况不符,因此,主要采取定期采样,测定幼虫骨化部位,并通过频次分布来确定幼虫龄数的方法^[10]。

表2 利用苹小吉丁蜕皮幼虫校验分龄标准

指标	编号	蜕皮前/mm	蜕皮后/mm	蜕皮前后分别对应龄数
口缘宽(Y_1)	1	0.190 0	0.285 0	2~3
	2	0.209 0	0.285 0	2~3
	3	0.323 0	0.418 0	3~4
	4	0.342 0	0.437 0	3~4
	5	0.406 0	0.667 0	4~5
	6	0.435 0	0.609 0	4~5
	7	0.464 0	0.609 0	4~5
	8	0.464 0	0.609 0	4~5
	9	0.464 0	0.609 0	4~5
	10	0.464 0	0.638 0	4~5
	11	0.493 0	0.696 0	4~5
	12	0.493 0	0.812 0	4~5
	13	0.551 0	0.609 0	4~5
	14	0.551 0	0.754 0	4~5
	15	0.551 0	0.754 0	4~5
	16	0.551 0	0.841 0	4~5
尾叉长(Y_2)	1	0.076 0	0.209 0	2~3
	2	0.114 0	0.199 5	2~3
	3	0.199 5	0.313 5	3~4
	4	0.247 0	0.323 0	3~4
	5	0.323 0	0.494 0	4~5
	6	0.332 5	0.456 0	4~5
	7	0.342 0	0.513 0	4~5
	8	0.361 0	0.532 0	4~5
	9	0.361 0	0.570 0	4~5
	10	0.370 5	0.522 5	4~5

本研究结合苹小吉丁生物学习性,在采样时间间隔上做了一些调整,低龄幼虫期间隔短,中高龄幼虫期间隔长,从分龄结果看,4、5龄幼虫比例仍旧偏大,因此,还可以对采样间隔进行适当调整。

在窄吉丁属幼虫分龄研究中,口缘宽、头壳宽、前胸背板宽、前胸背板中线长、尾叉长、尾叉基部宽、尾叉侧缘长及体长体宽都被用作测量指标^[8-14],本研究选择了口器基部宽、尾叉长及幼虫体长进行测量,结果表明:口缘宽和尾叉长是良好的分龄特征,而幼虫体长由于体壁柔软,伸缩性强因而数据变化较大,不宜用作划分虫龄的标准,但可根据各龄期幼虫口器基部宽对应的体长数据算出每一龄幼虫的平均体长,作为在林间调查时大致判断幼虫龄期的依据。

根据口器基部宽和尾叉长的频次分布,并经过校验,确定苹小吉丁幼虫为5龄,这与柑橘窄吉丁和黄檀窄吉丁2个种的幼虫龄数相同^[9,12]。在尾叉长频次分布图中,第4、5龄各出现了2个峰值,但通过蜕皮幼虫进行校验,还是在一个龄期数值变化的范围之内,可能是由于幼虫雌雄差异造成。本研究通

过各龄期口缘宽相对应的体长数据求出各龄期平均体长值,为林间调查时,快速判断苹小吉丁幼虫的龄期提供了依据。

参考文献:

- [1] 季英,季荣,黄人鑫.外来入侵种——苹小吉丁虫及其在新疆的危害[J].新疆农业科学,2004,41(1):31-33
- [2] 王春晓,赵健桐,隋建忠.新疆发生苹果小吉丁虫[J].新疆农业科学,1995(5):225-226
- [3] Marco A. Evidence from the domestication of apple for the maintenance of autumn colours by coevolution [J]. Proc R Soc B, 2009, 276: 2575-2580
- [4] Christopher M R, Glay M V, Ann A R, et al. Genetic diversity and population structure in *Malus sieversii*, a wild progenitor species of domesticated apple [J]. Tree Genetics & Genomes, 2009, 5(2): 339-347
- [5] 刘爱华,阿里木,徐毅,等.新疆野果林苹果小吉丁幼虫空间分布型研究[J].西北林学院院报,2007,22(6):92-94
- [6] 刘爱华,王登元,张新平,等.新疆苹果小吉丁优势天敌控害效果初探[J].新疆农业科学,2010,47(8):1522-1525
- [7] 吴雪娥,马福杰,阿拉达尔·达吾来西,等.新疆苹果小吉丁虫生物学特征及其防治[J].新疆农业科学,1997(6):273-274
- [8] Petrice T R, Haack R A, Strazanac J S, et al. Biology and larval morphology of *Agrilus subcinctus* (Coleoptera: Buprestidae), with comparisons to the Emerald ash borer, *Agrilus planipennis* [J]. Great Lakes Entomologist, 2009, 42(3): 173-184
- [9] 王小艺,杨忠岐,刘桂军,等.白蜡窄吉丁幼虫的龄数和龄期测定[J].林业科学,2005,4(3):97-102
- [10] Loerch C R, Cameron E A. Determination of Larval Instars of the Bronze Birch Borer, *Agrilus anxius* (Coleoptera: Buprestidae) [J]. Annals of the Entomological Society of America, 1983, 76(6): 948-952
- [11] Haack R A, Benjamin D M. The biology and ecology of the twolined chestnut borer, *Agrilus bilineatus* (Coleoptera: Buprestidae), on oaks, *Quercus* Spp., in Wisconsin [J]. The Canadian Entomologist, 1982, 114(5): 385-396
- [12] Davis, D W, Raghuvir N N. The Biology of the Rose Stem Girdler, *Agrilus rubicola communis*, on Raspberries in Utah (Coleoptera: Buprestidae) [J]. Annals of the Entomological Society of America, 1964, 57(2): 154-169
- [13] 魏书军,郑宏海,皇甫伟国,等.柑桔爆皮虫幼虫龄期的划分[J].昆虫学报,2006,49(2):302-309
- [14] Gul H, Chaudhry M I. Studies on the application of Dyar's rule to the larval stages of shisham bark borer *Agrilus dalbergiae* Thery (Buprestidae: Coleoptera) [J]. Bulletin of Zoology, 1983, 1: 27-31
- [15] 陈永年,潘桐.也谈昆虫幼虫头宽及摄食量的增长规律[J].昆虫知识,1988,25(4):235-240
- [16] Chapman R F. The Insects: Structure and Function. 4th ed [C]. Cambridge: Cambridge University Press, 1998: 376-380