

灰飞虱发育起点温度及有效积温的探讨^{*}

胡英华^{**} 左秀峰 苏加岱 刘汉舒

(山东省济宁市植物保护站 济宁 272037)

Threshold temperature and effective temperature of *Laodelphax striatellus*. HU Ying-Hua^{**}, ZUO Xiu-Feng, SU Jia-Dai, LIU Han-Shu (Station of Plant Protection of Jining City, Jining 272037, China)

Abstract The developmental duration of the egg and nymph stages, and of one complete generation of *Laodelphax striatellus* Fallén were determined under constant temperatures in a laboratory. Threshold and effective temperatures were 10.06, 6.43, 10.29, 8.08℃ and 102.3, 365.2, 87.5, 552.1 degree days, respectively. Based on these results, 4~5 generations of this insect may occur in Mt. Jining, Shandong Province.

Key words *Laodelphax striatellus*, constant temperature, threshold temperature, effective temperature

摘 要 利用培养箱在恒温条件下饲养灰飞虱 *Laodelphax striatellus* Fallén, 测定了卵、若虫、成虫繁殖前和全世代发育历期, 用直线回归法计算了灰飞虱各虫态和全世代的发育起点温度和有效积温分别为 10.06、6.43、10.29、8.08℃ 和 102.3、365.2、87.5、552.1 日·度。并根据有效积温法则预测了该虫在济宁市 1 年完成的代数为 4~5 代。

关键词 灰飞虱, 恒温, 发育起点温度, 有效积温

灰飞虱 *Laodelphax striatellus* Fallén 属同翅目, 飞虱科。主要刺吸为害水稻、玉米、小麦等禾本科作物, 同时传播水稻条纹叶枯病、水稻黑条矮缩病、玉米粗缩病及小麦丛矮病等病毒性病害。近年来, 该虫在济宁市严重发生, 对小麦、水稻、玉米等粮食作物生产造成严重威胁。据统计 2008 年全市发生由灰飞虱传播的玉米粗缩病 19.69 万 hm^2 , 其中严重发生的 2.13 万 hm^2 ; 4 667 hm^2 水稻秧苗严重受害, 水稻条纹叶枯病发生 3.38 万 hm^2 ; 造成稻茬小麦严重减产。2009 年济宁市稻茬小麦 (即前茬为水稻) 及附近芦苇上灰飞虱一般 300~500 万头/667 m^2 , 严重的 1 000 万头/667 m^2 (带毒率 50%) (图版 I:1, 2); 由于玉米采取了适期晚播、种子包衣、苗期防治等措施, 玉米粗缩病危害减轻; 但水稻黑条矮缩病危害加重, 一般稻田病株率 20%~30%, 重病田达 80% 以上。受害病株矮化, 分蘖增多, 叶片浓绿, 僵直, 叶脉有不规则蜡白色瘤状突起, 不抽穗或穗小, 结实率低^[1]。据报道, 水稻黑条矮缩病在我国南方稻

区也普遍发生。为进一步研究灰飞虱的生物学特性 2009 年 3~7 月份我们对该虫的各虫态的发育起点温度及有效积温进行了测定^[2, 3]。

1 材料及方法

1.1 试虫来源

试验所用灰飞虱雌雄成虫于 2009 年 3 月中旬在济宁市中区稻茬麦田扑捉。

1.2 试验方法

本试验采用恒温饲养法。在田间捕捉的越冬代灰飞虱雌雄成虫放入预先准备好的试管, 试管 (2 cm × 20 cm) 中放入 2~3 棵水稻苗, 滴入少量的水, 用湿棉球塞好, 然后将试管分别放入 5 个设定不同温度的光照培养箱 (型号 GZX-150BS-II) 内, 箱内温度分别设为 15、20、25、

^{*} 资助项目: “灰飞虱迁飞传毒规律及防控规范技术研究” (NSK2009-5414)。

^{**} E-mail: hyhzbz@163.com

收稿日期: 2009-09-02, 修回日期: 2010-01-28

28、30℃ ,温度波动范围 $\pm (0.1 \sim 0.3) ^\circ\text{C}$ 。以测定各虫态不同温度下发育历期。每处理试管 5 支 ,每支内放雌雄成虫各 1 头 ,视情况更换新鲜稻苗 ,保证灰飞虱充足的食源 ;定期向试管内滴水 ,保持管内湿润。每日上午 6 时、12 时、18 时和 24 时各观察 1 次 ,成虫产下第 1 块卵后 (每试管内保留卵 10 粒以上 ,求其平均历期) ,将雌雄成虫移出 ,观察各个温度条件下的卵、1 龄、2 龄、3 龄、4 龄、5 龄若虫发育历期及成虫产卵前期 (图版 I :3 ~ 6) 。全代发育历期 = 卵历期 + 若虫历期 + 成虫产卵前期。

1.3 数据处理方法

利用有效积温法则 ,根据直线回归法计算

有效积温 (K) 和发育起点温度 (C) ,及其标准差^[4]。

1.4 数据统计

本文试验数据利用 DPS 数据处理系统及 EXCEL 软件进行处理、分析。方差分析均采用 F 测验法。

2 结果与分析

2.1 温度对发育历期的影响

在 15 ~ 30℃ 范围内 ,灰飞虱各虫态和全世代的发育历期随温度的升高而缩短 ,发育速率加快 (表 1) ;在 30℃ 恒温下 ,若虫发育历期反而延长 (图 1) 。

表 1 灰飞虱在不同温度下各虫态历期 (d)

温度 (℃)	卵	各 龄					若 虫	成虫繁 殖前	世代
		1 龄	2 龄	3 龄	4 龄	5 龄			
15	16.54 ± 1.18 (50)	7.67 ± 0.75 (31)	5.30 ± 0.70 (28)	6.67 ± 0.51 (28)	7.10 ± 0.55 (25)	9.06 ± 0.88 (25)	35.80	13.84 ± 0.73 (25)	66.18
20	12.12 ± 1.02 (50)	6.37 ± 0.75 (45)	4.88 ± 0.52 (43)	5.05 ± 0.41 (43)	6.08 ± 0.80 (42)	7.15 ± 0.77 (42)	29.53	11.21 ± 0.6 (40)	52.86
25	6.68 ± 0.70 (50)	3.33 ± 0.66 (48)	3.02 ± 0.31 (46)	2.67 ± 0.54 (46)	4.75 ± 0.82 (45)	6.88 ± 0.69 (45)	20.65	5.32 ± 0.69 (44)	32.65
28	5.84 ± 0.55 (50)	3.15 ± 0.60 (47)	2.35 ± 0.80 (45)	2.56 ± 0.73 (45)	3.10 ± 0.66 (45)	4.23 ± 0.71 (45)	15.39	4.71 ± 0.58 (43)	25.94
30	5.01 ± 0.58 (50)	3.08 ± 1.06 (48)	2.31 ± 0.72 (48)	2.67 ± 0.67 (45)	3.25 ± 0.74 (45)	5.01 ± 0.99 (43)	16.32	4.99 ± 1.11 (42)	27.32

注:表中括号内为观察数目,“±”后的数值为标准误差。

用直线回归法求出发育速率与温度的相关式,见表 2。对回归方程进行显著性检验,发育

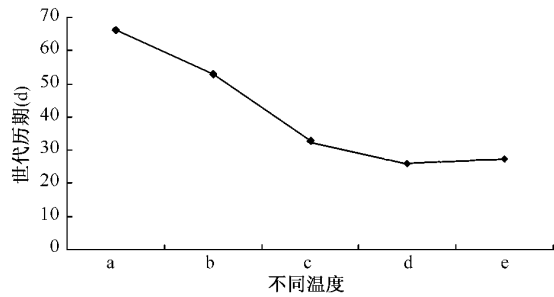


图 1 灰飞虱世代历期与温度关系
a. 15℃ b. 20℃ c. 25℃ d. 28℃ e. 30℃

速率与温度相关系数基本都在 0.93 以上 ,其中卵、1 龄若虫、2 龄若虫、若虫及全世代发育速率

与温度显著相关 ,说明有效积温模型在 15 ~ 30℃ 范围内 ,能够模拟各虫态发育速率和温度的关系。

2.2 各虫态发育起点温度和有效积温

在研究了不同温度对卵、若虫和成虫影响的基础上 ,利用温度 (T) 与发育历期的关系 ,求出各温度下的发育速率 (V)。根据有效积温法则 $K = N(T - C)$,用直线回归分析法求出灰飞虱各虫态的发育起点温度 (C)、有效积温 (K) 及其标准误差 (表 3)。

由表 3 知 ,灰飞虱卵的发育起点温度为 10.06℃ ,有效积温 102.3 日·度 ;若虫的发育起点温度为 6.43℃ ,有效积温 365.2 日·度 ;成虫繁殖前的发育起点温度为 10.29℃ ,有效积温

87.5 日·度;全世代的发育起点温度为 8.03℃ ,有效积温 552.1 日·度。

2.3 有效积温的应用

灰飞虱的发生代数以 K/K_1 来推算, K 为山东济宁市全年(3/中~11/上)对该虫的有效积温, K_1 为用直线回归法求得的完成 1 世代所需的有效积温。根据有效积温法则结合当地气象资料,将日平均气温达到或超过发育起点时的温度减去发育起点温度后,即为该虫发育的有效温度。据此预测山东济宁市灰飞虱越冬若虫 3 月上旬开始活动 3 月下旬至 4 月中旬为危害

盛期 4 月下旬至 5 月上旬为一代卵盛期, 5 月中下旬为一代若虫盛期, 5 月下旬至 6 月上旬为一代成虫盛期;第 5 代若虫在 11 月下旬进入越冬期。灰飞虱各虫态发生盛期见表 4。根据济宁市气象台观测历年气温资料,该地区全年对该虫的有效积温(常年平均) K 为 2 842.9 日·度,已知灰飞虱完成一代的有效积温 K_1 为 552.08 日·度, $K/K_1 \approx 5.15$,即理论推算该虫在我市 1 年发生 5.2 代。根据 2004~2008 年气温实况,该虫在我市每年平均发生 5.4 代,与理论推算 5.2 代基本相符。

表 2 灰飞虱发育速率(V)和温度(T)之间关系式

虫态	发育速率与温度的关系式	相关系数 r	显著性	显著性检验(F)	临界值 F
卵	$V = -0.0922 + 0.0095T$	0.9865	$P < 0.01$	98.75	$F_{0.05}(1, 3) = 10.13$
1 龄若虫	$V = -0.1040 + 0.0148T$	0.9599	$P < 0.01$	36.42	$F_{0.01}(1, 3) = 34.12$
2 龄若虫	$V = -0.1170 + 0.0184T$	0.9636	$P < 0.01$	39.04	
3 龄若虫	$V = -0.1202 + 0.0177T$	0.9450	$0.05 > P > 0.01$	25.09	
4 龄若虫	$V = -0.0687 + 0.0126T$	0.9327	$0.05 > P > 0.01$	20.07	
5 龄若虫	$V = -0.0033 + 0.0072T$	0.8639	$P > 0.05$	8.70	
若虫	$V = -0.0122 + 0.0025T$	0.9568	$P < 0.01$	35.95	
成虫繁殖前	$V = -0.0908 + 0.0103T$	0.9489	$0.05 > P > 0.01$	27.15	
全世代	$V = -0.0120 + 0.0017T$	0.9702	$P < 0.01$	47.21	

注:表中数据 $F > F_{0.01}$ 为极显著, $F_{0.01} > F > F_{0.05}$ 为显著, $F < F_{0.05}$ 为不显著。

表 3 灰飞虱各虫态发育起点温度和有效积温

虫态	发育起点温度(℃)	有效积温(日·度)
卵	10.06 ± 1.39	102.3 ± 9.8
1 龄若虫	8.32 ± 2.72	62.2 ± 10.7
2 龄若虫	7.60 ± 2.69	50.5 ± 8.1
3 龄若虫	8.58 ± 2.77	50.4 ± 10.1
4 龄若虫	7.80 ± 3.70	68.9 ± 15.4
5 龄若虫	6.33 ± 4.10	103.9 ± 34.9
若虫	6.43 ± 2.14	365.2 ± 64.0
成虫繁殖前	10.29 ± 2.74	87.5 ± 16.8
全世代	8.03 ± 2.36	552.1 ± 79.6

表 4 灰飞虱各虫态发生盛期

世代	各虫态盛期		
	卵	若虫	成虫
1	4/下~5/上	5/中下	5/下~6/上
2	6/上中	6/中~7/中	7/下
3	7/下~8/上	8/上中	8/下
4	9/上	9/上中下	10/上中
5	10/中	11/中下	次年 4/中下

3 结论与讨论

本试验测定了灰飞虱各虫态与全世代的发育历期,测定结果表明:在一定范围内,发育历期随温度的升高而缩短,发育速率随温度的升高而增大。

根据有效积温法则结合济宁市气象资料,采用直线回归法方法计算的灰飞虱各发育阶段的有效积温和发育起点温度,预测在当地可能发生的代数为 4~5 代,理论推算灰飞虱在济宁每年发生 5.2 代,实际观测在济宁市发生 4~5 代,这可能与气象条件有关。从 5 月上旬到 9 月末,济宁市最高气温均超过 30℃, 6、7 月份最高超过 35℃,抑制了灰飞虱的发育。

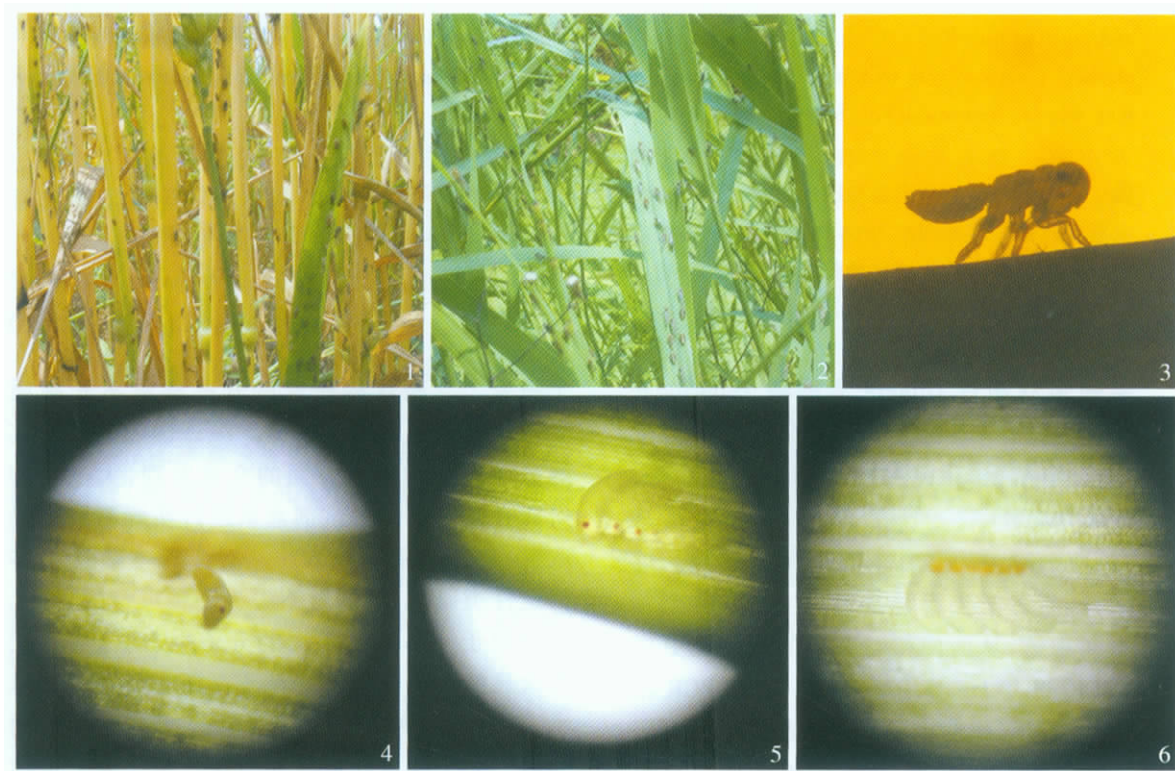
灰飞虱是一种常见害虫,专家们先后对其生物学特性、传毒扩散规律及科学防控技术等进行了研究^[5~7],孙兴全等^[7]曾报道的卵的发育起点温度 10.95℃、有效积温 120.1 日·度;

成虫繁殖前发育起点温度 9.44°C ,有效积温 76.57 日 $\cdot^{\circ}\text{C}$,与本文测得的结果比较接近。尽管发育起点温度和有效积温受很多因素(自然的、人为的、可测的、不可测的)影响,而且昆虫在自然变温条件下比在恒温时发育更快。但是,室内试验结果仍然具有重要的参考作用。

参 考 文 献

- 1 林凌伟,董国堃,汪恩国.水稻黑条矮缩病传毒昆虫的防治实践与研究.昆虫知识 2001,38(6):426 ~ 428.
- 2 许俊杰,李照会,李伟,等.柏小爪螨发育起点温度和有效积温的研究.昆虫知识 2002,39(6):436 ~ 438.
- 3 席景全,潘洪玉,陈玉江.薹薹齿胫叶甲发育起点温度和有效积温.昆虫知识 2000,37(5):283 ~ 284.
- 4 张孝羲,张跃进.农作物有害生物预测学.北京:中国农业出版社 2006.74 ~ 84.
- 5 李洪山,赵阳,李红阳,等.水稻条纹叶枯病传毒介体灰飞虱种群转移扩散规律及控制技术研究.中国植保导刊,2004,24(4):12 ~ 13.
- 6 林莉.灰飞虱生物学特性及传毒特性研究初报.云南农业科技,1990,(3):16 ~ 20.
- 7 孙兴全,吴静菊,吴爱忠,等.灰飞虱生物学特性研究.上海农学院学报 2000,18(2):150 ~ 154.

图版 I



1. 稻茬麦一代灰飞虱 2. 芦苇上灰飞虱 3. 刚孵化若虫 4. 待孵化卵 5. 开始孵化卵 6. 香蕉形卵块