

灰飞虱的种群特性及其与温度的关系^{*}

张爱民 刘向东^{**}

(南京农业大学昆虫学系 南京 210095)

Population characteristics of *Laodelphax striatellus* and the relationship with temperature. ZHANG Ai-Min, LIU Xiang-Dong^{**} (Department of Entomology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract The population structure and dynamics of the small brown plant hopper (SBPH), *Laodelphax striatellus* (Fallén), were investigated from 2007 to 2008 in Nanjing, and the relationship between the population size of SBPH and temperature was also analyzed. The results showed that there were two population peaks in spring and autumn, respectively, and two corresponding lower amounts in summer and winter. The lower population size in summer occurred in high temperature period. High-instar nymphae were dominant in the overwintering population of SBPH. The age-distribution of the summer population varied with years. Older nymphae were dominant in the summer population in 2007, whereas it was younger nymphae in 2008. The nymphae collected from rice fields developed normally in laboratory, and the amount of laying eggs was significantly increased after reared one generation. The summer population of SBPH did not diapause in Nanjing. The cold hardiness of SBPH was strong, and the super-cooling point of the 3-4th instar nymphae was below -22°C , and there was no significant difference among reared temperatures or stages of overwintering.

Key words *Laodelphax striatellus*, population structure, population dynamic, temperature, cold hardiness

摘 要 调查了南京地区 2007~2008 年灰飞虱 *Laodelphax striatellus* (Fallén) 全年的种群结构和数量动态,结合当地温度资料分析了灰飞虱虫量与温度间的关系。结果表明,灰飞虱在南京地区存在明显的春秋两季高峰期及冬夏季的低谷期,且夏季的低谷出现在夏季高温时期。越冬种群以高龄若虫为主,越夏种群的年龄结构在年度间变化较大,2007 年以高龄若虫为主,而 2008 年则以低龄若虫为主。夏季采于田间的灰飞虱若虫能在室内稻苗上连续生长发育,并且饲养一个世代后其产卵量显著提高。由此说明,南京地区灰飞虱不是以滞育形式越夏。灰飞虱若虫的耐寒性很强,在不同温度下饲养及田间越冬的不同时期,其过冷却点均在 -22°C 以下,且无显著差异。

关键词 灰飞虱,种群结构,种群动态,温度,抗寒性

灰飞虱 *Laodelphax striatellus* Fallén 的发生与气候条件密切相关^[1,2]。如 7~8 月份的高温会使灰飞虱虫口密度降低^[1];同时,7 月份的干旱以及 7~9 月的降雨较少,可使短翅型雌虫增加,从而引起种群猖獗^[3]。气候条件也是决定灰飞虱能否安全越冬的重要因素。头年 12 月至次年 2 月间的温、湿度直接决定着灰飞虱越冬死亡率的高低^[4],10 月至翌年 4 月的气温是影响灰飞虱种群越冬后基数及其发展的重要条件^[5]。可见,冬季低温不仅影响了灰飞虱的生存,而且关系到其来年的发育进度。由此,本

文对南京地区灰飞虱自然种群的结构变化及其与温度的关系进行了研究,同时测定了灰飞虱越冬前后和各温度下饲养种群的耐寒性,以便更清楚地了解灰飞虱的种群特性,从而为防控灰飞虱及其传播的病毒病提供理论指导。

^{*} 资助项目:国家“973”计划项目(2010CB126201);江苏省高新技术研究计划(农业)(BG2007341)。

^{**} 通讯作者, E-mail: liuxd@njau.edu.cn

收稿日期:2009-08-21, 修回日期:2009-12-20

1 材料和方法

1.1 灰飞虱种群结构的调查

自 2007 年 1 月到 2009 年 1 月,每隔 7 d 调查一次,采用“盘拍法”在南京农业大学试验田,用大小为 20 cm × 16 cm 的白瓷盘对灰飞虱种群进行调查。越冬季节调查稻田残留稻桩、田边杂草及麦田,水稻生长季节调查稻田中的灰飞虱。调查时每点快速拍打瓷盘区域内的植株 3 次,记录瓷盘中灰飞虱各虫龄(态)的个体数。各田块分别随机选取 20 个点,每次调查按加权平均法计算出调查区域内灰飞虱的平均密度(头/盘)。文中统计时低龄若虫为 1~2 龄,高龄若虫为 3~5 龄。

1.2 田间 2 代灰飞虱的发育和繁殖力测定

2008 年 7 月 6 日在江苏省农业科学院水稻试验田(南京)采集灰飞虱若虫,带回室内置于 24℃ 培养箱中(L:D=12:12)单头饲养于带稻苗的试管中,观察其发育和存活情况。将刚羽化的雌雄虫配对后置于大试管中,采用隔日换苗镜检法测定其每日产卵量^[6],以获得产卵前期、总产卵量和成虫寿命,该成虫视作田间虫源 F_0 代,其所产的卵记为 F_1 代。随机挑选 F_1 代刚孵化若虫 40 头,进行单头饲养,观察记录各虫龄的发育历期及成虫的产卵量。采用同样的方法饲养 F_2 代。同时,以室内恒温 24℃ 下饲养近 2 年的虫源为对照,比较分析田间灰飞虱的繁殖力大小。

1.3 越冬期间不同时段灰飞虱的过冷却点测定

灰飞虱越冬期的若虫虫源分别于 2007 年 3、11、12 月,2008 年 1、2、3、11、12 月,2009 年 1、2 月采自于南京农业大学试验田的残留稻桩上。每次采集的若虫个体数不少于 20 头,带回室内后用过冷却点测定系统(半导体感温探头+温度采集系统+低温环境-30℃,江苏森意经济发展有限公司)测定各虫源灰飞虱的过冷却点和冰点。

1.4 数据处理及分析方法

于 2007~2008 年田间灰飞虱种群数量调

查期间,从中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.cma.gov.cn/index.jsp>)免费下载得到南京地区的地面平均温度资料。

采用 Duncan's 新复极差方法,对灰飞虱的发育历期、繁殖力及过冷却点在不同温度或越冬的不同时期的差异显著性进行比较。所有数据的统计分析均在 SAS9.0 中进行。

2 结果与分析

2.1 灰飞虱种群数量的消长与温度的关系

由图 1 可看出,灰飞虱在 5 月下旬~6 月和 9~10 月有 2 个明显的数量高峰,且 2 个高峰出现时的地面温度在 20~28℃ 之间;而在越冬和越夏期间田间虫量出现了 2 个明显的低谷,并且 7~8 月越夏期间的低谷基本与全年的最高温度出现时段相吻合,且温度在 28℃ 以上。由此说明夏季高温对灰飞虱种群具有强的抑制作用。

2.2 越冬期灰飞虱的种群结构及其与温度的关系

由图 2 可看出,11~12 月份时田间灰飞虱虫量较高且数量较为稳定,低龄和高龄若虫及成虫均有存在,不过以高龄若虫为主,此时田间平均温度在 5℃ 以上。当 1 月温度降低到 5℃ 以下时,种群中仅有低、高龄若虫,没有成虫,且高龄若虫占绝对优势。

2.3 灰飞虱夏季种群的结构及其与温度的关系

2007 年 2 代灰飞虱成虫在 6 月下旬至 7 月上旬羽化虫量较大,但 7、8 月份的虫量较低且以高龄若虫为主,进入 9 月份后虫量又开始回升,且以若虫为主。2008 年 6 月下旬若虫量较大,但进入 7、8 月份虫量显著降低,同样 9 月份的虫量回升,高龄若虫数量较多。不过 2008 年夏季种群以低龄若虫为主,而 2007 年基本以高龄若虫为主,这一差异可能是由于该年平均温度要比 2007 年低有关,特别是 8 月份的平均温度低于 28℃,而 2007 年却高于 28℃。通过温度与虫量的变化曲线可以看出 7、8 月的较高温度(>28℃),抑制了灰飞虱的发展。不过,当温度下降后种群可迅速反弹上升(图 3)。

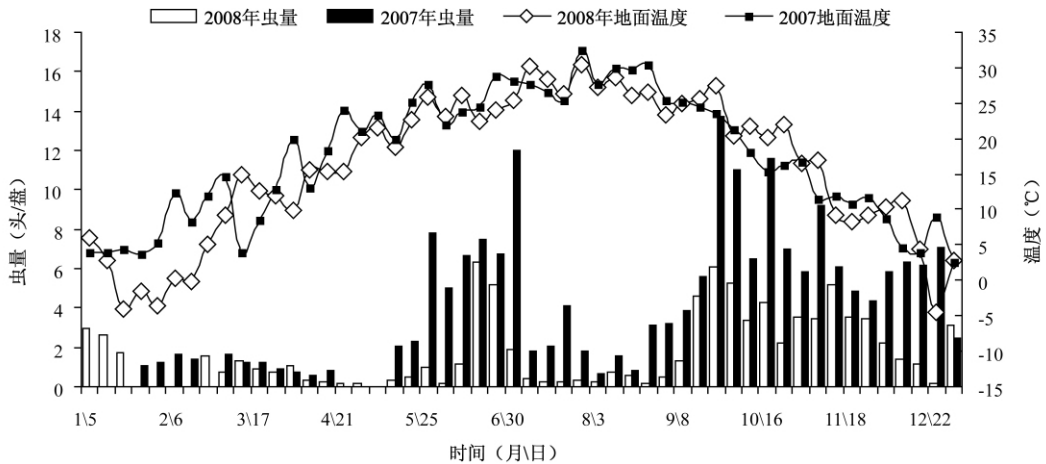


图1 2007~2008年灰飞虱种群的数量消长与温度的关系(江苏南京)

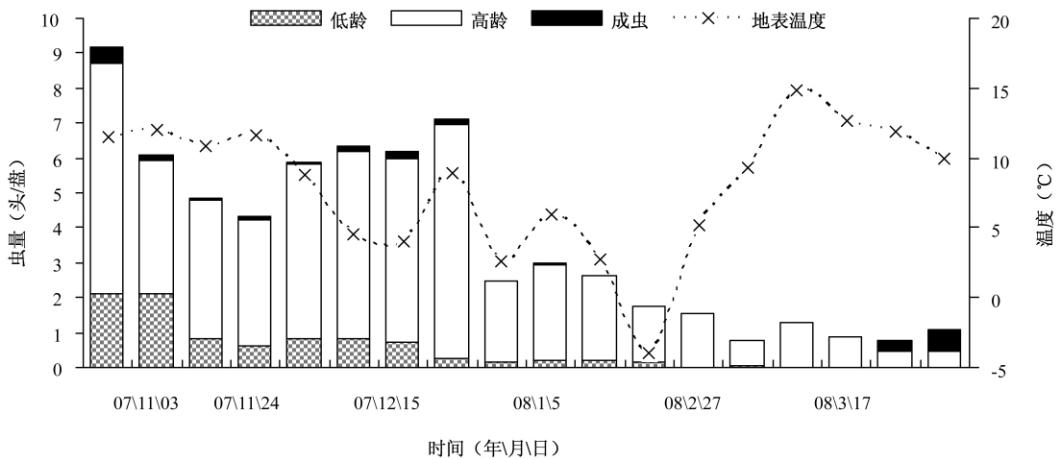


图2 2007~2008年越冬期灰飞虱的种群年龄结构

2.4 灰飞虱夏季种群的生长发育与繁殖能力

由表1可知,灰飞虱发育历期及成虫寿命均表现为田间虫源在 F_1 代显著地短于室内虫源,而到 F_2 代则与室内虫源无显著差异。产卵前期田间虫源与室内虫源无显著差异,均为2.2~3.7 d。产卵量表现为田间虫源的 F_1 代(56粒/雌)显著低于 F_2 代(150粒/雌)及室内虫源(166粒/雌)。由此说明,南京地区越冬灰飞虱并没有发生滞育现象,它们能在室内继续生长发育,并且其对环境条件的变化有较强的适应能力,经过一个世代就可适应新的环境条件。

2.5 灰飞虱种群的抗寒力

不同温度下饲养的灰飞虱3~4龄若虫的过冷却点和结冰点测定结果表明,在18~27℃

下饲养的灰飞虱若虫的过冷却点和结冰点均很低,在-22℃以下,并且在各温度间差异不大,仅表现在18℃和27℃间的过冷却点差异显著(表2)。

由表3可以看出,越冬期间灰飞虱的过冷却点和冰点没有发生很大变化。2007~2008年灰飞虱在越冬前期(11~12月)、越冬期(1~2月)和越冬后期(3月)的过冷却点均较低,均在-22.41~-24.06℃之间,且在不同时期均没有显著差异。虽然越冬后期过冷却点有所升高,但还是处于较低的水平(-22.41℃)。由此说明,灰飞虱的3~4龄若虫具有较强的抗寒能力,一般短期低温对种群的影响很小。

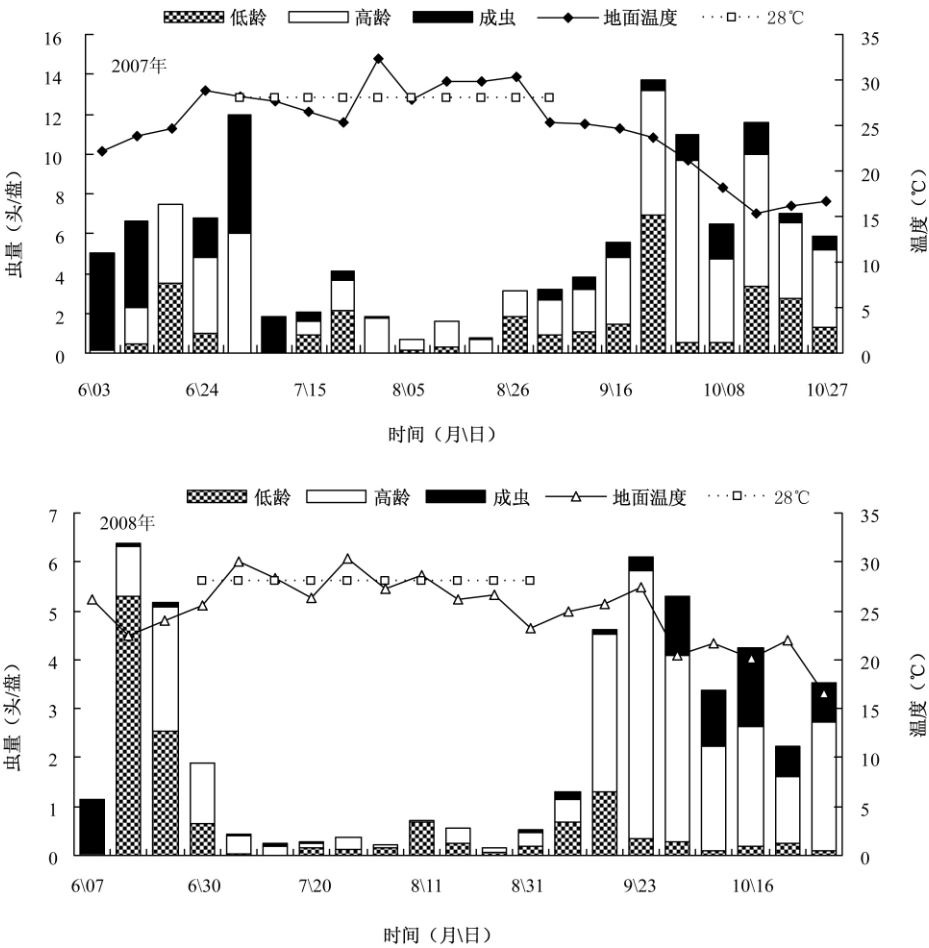


图 3 2007 ~ 2008 年灰飞虱越夏种群的年龄结构

表 1 灰飞虱田间种群在稻苗上的发育历期和产卵量(24℃)

虫源	卵 - 成虫历期 (d)	成虫寿命 (d)	雌虫寿命 (d)	产卵前期 (d)	平均产卵量 (粒 / ♀)
田间虫源 F ₁ 代	24. 68 ± 0. 68b	15. 05 ± 1. 3b	16. 43 ± 1. 82b	3. 70 ± 0. 48a	56. 19 ± 10. 13b
田间虫源 F ₂ 代	28. 07 ± 1. 73a	22. 92 ± 3. 75a	27. 29 ± 3. 75a	3. 86 ± 0. 40a	150. 86 ± 42. 46a
室内虫源	27. 22 ± 0. 49a	22. 37 ± 1. 49a	22. 67 ± 2. 11ab	3. 22 ± 0. 43a	166. 44 ± 32. 85a

* 数据后不同小写字母表示同一列数据间差异显著 ($P < 0. 05$)。(下表同)

表 2 不同温度下灰飞虱 3 ~ 4 龄若虫的
过冷却点和冰点

温度 (℃)	过冷却点 (℃)	冰点 (℃)
18	- 23. 56 ± 0. 28ab	- 21. 14 ± 0. 61a
21	- 24. 53 ± 0. 19b	- 23. 49 ± 0. 21b
24	- 23. 58 ± 0. 45ab	- 22. 38 ± 0. 46ab
27	- 22. 94 ± 0. 59a	- 21. 91 ± 0. 64ab

3 讨论

浦茂华综合分析了 1959 ~ 1961 年的相关

资料可知,灰飞虱冬前虫口基数和 1 ~ 3 月的气温变化综合作用决定了冬后虫口密度。基数大、冬前无特殊低温、冬后密度大,是早夏发生量大增的主要原因。反之,冬季低温来临早、寒冷的持续期长、春季气温下降等因子,是早夏发生量减少的征兆。凉夏年份增殖倍数较高,酷暑年份增殖倍数很低^[7]。李济宸等指出河北承德地区 7 月份因多雨虫量始终不大,看不出明显的虫峰^[2]。朱新伟等分析 2007 年灰飞虱

表 3 越冬期间田间灰飞虱 3~4 龄若虫的过冷却点和冰点

月份(月)	2007~2008 年		2008~2009 年	
	过冷却点(℃)	冰点(℃)	过冷却点(℃)	冰点(℃)
11	-24.00 ± 0.32a	-23.13 ± 0.34a	-23.40 ± 0.55a	-22.15 ± 0.60a
12	-24.06 ± 0.29a	-23.04 ± 0.32a	-23.15 ± 0.98a	-22.3 ± 0.98a
1	-24.03 ± 0.58a	-23.07 ± 0.60a	-23.76 ± 0.98a	-22.68 ± 1.01a
2	-22.83 ± 2.36a	-21.88 ± 2.38a	-22.54 ± 1.22a	-21.31 ± 1.34a
3	-22.41 ± 0.74a	-19.99 ± 1.35a	—	—

注：“—”示没有测定。

的增殖倍数与 2006 年相差很大的主要原因是 2006 年冬季及 2007 年早春气候温暖干燥,大大增强了灰飞虱的增殖能力与存活率^[8]。江苏东台测报站定点系统调查每亩虫量消长,表明田间以 6 月下旬至 8 月下旬虫量最少,3 月下旬和 6 月上旬虫量最多,虫量开始下降期即为越夏始期,而 6 月下旬至 8 月下旬为全年田间虫量最少的时期^[9]。田间虫量多少受气候影响较大。1978 年高温干旱,田间灰飞虱少见,反之,1979 年雨水较多,田间湿度大,虫量相对增多^[1]。本研究综合分析 2007~2008 年灰飞虱的种群特性,研究结果与前人的基本一致,表现为灰飞虱种群存在明显的春秋季节的高峰和冬夏季的低谷,并且这与温度有着密切的关系。另外,本研究还发现,温度影响了灰飞虱越夏种群的年龄结构,7~8 月平均温度高于 28℃ 的 2007 年以高龄若虫越夏居多,而平均温度低于 28℃ 的 2008 年则以低龄若虫越夏居多。由此推测灰飞虱在南京地区的越夏很可能不进入滞育状态。从 7 月 6 日采集的田间若虫能在室内连续饲养多代的结果也可看出,越夏期间的灰飞虱没有进入滞育,在室内均可继续发育,并且对环境条件有较强的适应能力,经过一个世代的适应后,其在稻苗上的繁殖力显著增高。

灰飞虱的抗寒力很强,能在高寒地区越冬。研究表明,在头年 12 月至次年 2 月间,只有低于 -5℃ 且持续 5 d 以上的天数累计超过 30 d 时,才会影响到灰飞虱的安全越冬^[7]。本研究发现灰飞虱具有很低的过冷却点,并且其过冷却点基本不随环境温度的改变而发生大的变化。在 12 月到次年 3 月间,灰飞虱 3~4 龄若虫的过冷却点均在 -22℃ 以下,且在不同时期

差异不显著。同时,在 18~27℃ 下饲养的灰飞虱的过冷却点也在 -22℃ 以下,并且在各温度间差异不大。孙兴全等对灰飞虱越冬若虫(3~4 龄)的过冷却点测定发现,灰飞虱有较强的抗寒能力,其过冷却点在 -7℃ 左右^[10]。刘向东等测定了 25~30℃ 的不同温度下在粳稻和杂交籼稻上饲养的灰飞虱 4~5 龄若虫,其过冷却点在 -10~-16℃ 之间^[11]。本研究及前人研究的结果表明,灰飞虱种群的抗寒力有明显增强的趋势。近年来,灰飞虱的爆发,可能与冬暖气候和种群抗寒性提高有关,但这还值得进一步研究。

参 考 文 献

- 1 阮义理,将文烈,林瑞芬. 稻病毒病介体昆虫灰稻虱的研究. 昆虫学报, 1981, 24(3): 283~290.
- 2 李济宸,李桂珍,高立起,等. 灰飞虱发生规律的研究. 北京农业科学, 1998, 16(6): 24~27.
- 3 蔡邦华,黄复生,冯维熊,等. 华北稻区灰稻虱的研究. 昆虫学报, 1964, 13(4): 552~571.
- 4 王维屯,李毅,徐宗进,等. 越冬代灰飞虱发生规律及综合防治措施. 现代农业科技, 2007, 20: 96.
- 5 汪恩国. 灰飞虱种群数量变动规律与模型测报技术研究. 植物保护, 2007, 33(3): 102~107.
- 6 张爱民,刘向东. 室内饲养灰飞虱的一种简便方法. 昆虫知识, 2008, 45(2): 314~316.
- 7 浦茂华. 苏南灰稻虱 (*Delphacodes striatella* Fallén) 的初步研究. 昆虫学报, 1963, 12(2): 117~135.
- 8 朱新伟,王乃中,刘宝平,等. 不同药剂对麦田灰飞虱的增殖效应初探. 中国植保导刊, 2007, 27(11): 35~36.
- 9 江苏省东台县农业局三仓病虫测报站. 灰稻虱与三麦丛矮病流行规律的初步探讨. 中国农业科技通讯, 1980, 1: 30~31.
- 10 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.
- 11 刘向东,翟保平,胡自强. 高温及水稻类型对灰飞虱种群的影响. 昆虫知识, 2007, 44(3): 348~352.