

浙江临海小菜蛾成虫数量季节消长规律^{*}

汪恩国^{1**} 郑永利²

(1. 浙江省临海市植物保护站 浙江 临海 317000; 2 浙江省植物保护总站 杭州 310020)

Seasonal abundance of diamondback moth *Plutella xylostella*, adults in Linhai, Zhejiang. WANG En-Guo^{1**}, ZHENG Yong-Li² (1. *Plant Protection Station of Linhai Municipality*, Linhai, Zhejiang 317000, China; 2 *Plant Protection General Station of Zhejiang Province*, Hangzhou 310020, China)

Abstract In two localities that are 60 km apart in Linhai, Zhejiang, daily trapping and counting of male adults of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), were carried out for three years from 2002 to 2005. Correlation analysis was conducted between the seasonal abundance of adults trapped and the population numbers at earlier dates, temperature, rainfall and photoperiod. Five prediction models were derived. These equations can be used to predict the numbers of male adults in every ten-day period throughout the year, and predict the timing of the peak in spring as well as the abundance and level of potential damage in a year. These predictions could be improved the forewarning and management of the diamondback moth in the study region.

Key words *Plutella xylostella*, seasonal abundance, prediction model

摘 要 在浙江临海相隔 60 km 的 2 个十字花科蔬菜种植区, 于 2002~2005 年利用性诱剂诱捕器每日对小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.) 雄成虫进行诱集并计数。对两地成虫数量季节消长与种群基数、气温、雨量和日照等因子的相关性做了统计分析, 建立了 5 个预测模型。应用这些模型可预测全年 36 个旬期的雄成虫数量变化, 从而可预测春季高峰期并对全年的发生量和为害程度进行预警, 这对提高当地小菜蛾监测预警与综合防治水平具有实践意义。

关键词 小菜蛾, 季节消长规律, 预测模型

小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.) 是十字花科蔬菜的重要害虫。随着十字花科蔬菜的大面积种植、设施栽培的快速发展以及冬季气温的升高, 小菜蛾周年发生为害, 在临海市常年除对甘蓝、白菜等产生严重为害外, 对沿海地区的青花菜和花椰菜也造成严重为害, 成为出口青花菜和花椰菜的重要障碍^[1~4]。为了摸索小菜蛾种群数量发生规律, 提高小菜蛾的预测预报与持续控制水平, 作者于 2001 年 10 月至 2005 年 12 月对小菜蛾种群数量发生进行了周年逐日系统监测, 开展了小菜蛾成虫数量季节消长规律与动态模型研究, 现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 监测地点

临海市地处浙江中部沿海, 常年种植青花菜和花椰菜 10 000 hm², 为全国最大的青花菜和花椰菜出口生产基地之一。根据十字花科蔬菜生产布局及地理地貌特点, 选择地处沿海平原的上盘镇青花菜生产基地和地处大田平原的城郊蔬菜生产基地建立小菜蛾虫情监测点, 两地相距 60 多 km。每点坚持逐日性诱调查, 并

^{*} 浙江省重点科研项目(2003C22027)。

^{**} E-mail: tzlhc1z@zjagri.gov.cn

收稿日期: 2006-02-10, 修回日期: 2006-06-14

进行系统虫情监测。

1.2 成虫数量调查

每天性诱调查的性诱剂统一采用中国科学院动物研究所生产的诱芯。每监测点布放诱芯 3 处, 每处相距 30 ~ 50 m, 每处置放诱钵 1 个, 钵口直径为 23 cm, 钵内盛水并加少许机油, 在钵口离水面 1 ~ 2 cm 处挂放诱芯。每天上午 8 ~ 9 时检查诱蛾数, 并及时清除钵内当天诱获的蛾子。诱芯每 30 d 更换 1 次。

1.3 调查样本统计

采取每天检查诱蛾量, 分钵记录每钵诱集虫量, 并记载调查日期和天气情况。其成虫数量采用单钵诱量统计。通过小菜蛾种群发生的统计分析, 摸索相关影响因子。

1.4 代次判定方法

小菜蛾在临海周年发生, 代别历期受气候及防治等因素的影响, 变化很大, 准确划定代次难度较大^[2,9]。本研究应用性诱成虫消长情况划分代次, 运用性诱成虫消长曲线, 结合田间剥查的幼虫发育进度进行综合分析, 确定小菜蛾成虫每代的开始和结束。

1.5 种群动态模型

应用生物统计原理, 对主要影响因子进行相关回归拟合并建模。用函数模型进行全年种群数量变动态势描述。

2 结果与分析

2.1 不同地点成虫数量消长的相关性

根据 2002 ~ 2005 年小菜蛾逐日性诱监测统计, 小菜蛾周年发生为害, 全年发生 12 ~ 13 代, 其中 2002 年发生 12 代, 2003 年发生 13 代, 2004 年发生 13 代, 2005 年发生 12 代。每代一般发生 3 ~ 4 个蛾峰。从种群时序发生来看, 除 7 ~ 8 月高温影响外, 几乎每天都有蛾子诱获, 但在时间序列上代别界限不明显, 世代重叠较为严重。从不同区域发生分析, 地处沿海平原的上盘镇青花菜生产基地和地处大田平原的城郊蔬菜基地的种群数量时序消长趋势基本同步。以候为单位的诱蛾量经数理统计分析结果, 两地种群数量时序变化呈极显著相关关系。

以沿海地区的上盘镇监测点候诱蛾量为 X , 城郊监测点候诱蛾量为 Y , 结果连续 4 年两地时序数量变化均呈极显著相关, 其相关函数特征见表 1。表明小菜蛾成虫数量消长在较大区域空间的时序变化较为一致, 在不同生境和茬口其发生期无明显差异, 其发生量波动性表现同步。

表 1 2002 ~ 2005 年两地小菜蛾性诱数量
时序变化函数特征表

年份	两地候诱蛾量相关方程式	<i>n</i>	<i>r</i>
2002	$Y = 0.4315X + 3.9979$	72	0.9337 ^{***}
2003	$Y = 0.0744X + 19.8581$	72	0.4894 ^{***}
2004	$Y = 0.6811X + 43.1270$	72	0.5827 ^{***}
2005	$Y = 0.5051X + 5.2301$	42	0.5901 ^{***}

2.2 成虫数量季节消长规律

2002 ~ 2005 年小菜蛾成虫数量发生的系统监测结果见图 1。由图 1 可看出, 小菜蛾种群时序数量变化存在 3 大特征: 一是周年发蛾的连续性。由于小菜蛾适应性广, 无论在寒冬还是盛夏, 都会持续发生与繁衍, 其种群数量的时间曲线不会因季节变化而中断。二是种群发展的周期性。随着种群的持续发展, 小菜蛾周年数量消长呈现周期性变化, 年周期和季节性周期明显, 年度之间峰型表现相对较为稳定, 但峰量变化存在较大差异。三是基本趋势的波动性。受种群内因和气候外因的协同作用, 旬期蛾量有明显的上升或下降之波动趋势, 全年主要呈春峰型变化。综观全年种群数量变化, 以 2 ~ 6 月春峰期最为突出, 其峰量约占全年总量的 3/4; 7 ~ 8 月为低谷, 单钵蛾量累计在 120 只以下; 9 ~ 10 和 11 ~ 12 月蛾量虽呈小峰, 但秋小峰不明显, 其峰量不及全年总量的一成。作为春季高峰, 其发生期年度之间也存在较大差异, 2002 年为春峰早发年份, 其春峰期为 2 月上旬 ~ 5 月上旬, 历时 100 d, 其诱蛾量为 4 154 只, 占全年总诱量的 76.77%; 而相对秋峰期出现在 9 月下旬 ~ 11 月上旬和 12 月上中旬, 其诱蛾量仅为 353 只, 仅占全年总蛾量的 6.52%。2003 年为春峰迟发年份, 其春峰期为 3 月下旬 ~ 6 月中旬, 历时 90 d, 诱蛾量为 2 535 只, 占全

年总蛾量的 73.58%，而相对秋峰期出现在 9 月下旬~10 月中旬和 11 月下旬，诱蛾量 197 只，仅占全年总蛾量的 5.72%。2004 年春峰期也为早发年份，出现在 2 月下旬~5 月下旬，历时 100 d，诱蛾量 3 052 只，占全年总诱蛾量的 91.93%，而相对的秋峰期却出现在 9 月中旬和

11 月下旬~12 月下旬，其诱蛾量仅为 242 只，仅占全年总蛾量的 7.29%。2005 年为轻发生年份，春峰期出现在 2 月下旬~5 月上旬，历时 80 d，诱蛾量仅为 285 只，占全年总诱蛾量的 57.34%，而 9 至 11 月秋峰表现不明显，其诱蛾量仅为 25 只，仅占全年总蛾量的 5.03%。

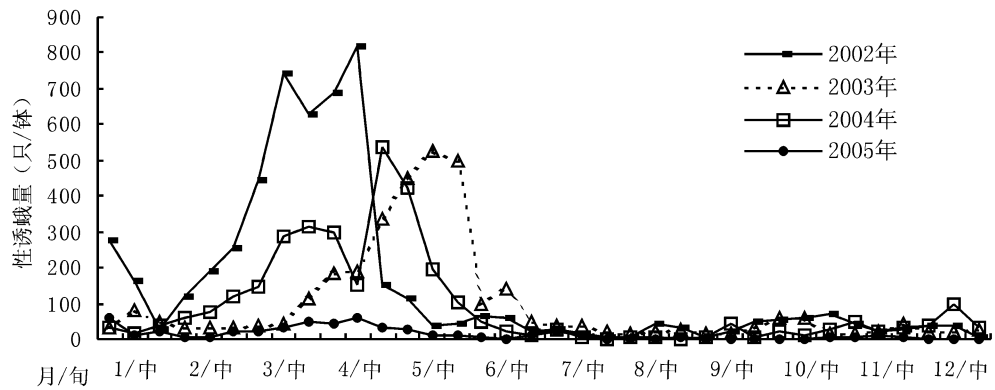


图 1 2002~2005 年小菜蛾种群数量消长曲线图

2.3 影响成虫数量消长的相关因子分析

2.3.1 种群基数: 基数是小菜蛾种群发生发展的重要内在基础。通过数理统计及相关分析，小菜蛾成虫数量发展与其种群基数存在显著相关关系，小菜蛾成虫数量发展的基数分为全年种群发展基数和旬期累加推进基数。经过两监测点 4 年的持续监测和生物统计分析，一是 1 月小菜蛾诱蛾量(M_1)是当年春峰量(M_h)和全年总诱蛾量(M)的发展基数。两者与其基数均呈显著正相关关系，其相关方程式分别为：

$$M_h = 6.4153M_1 + 1573.3226,$$
$$(n = 8, r = 0.8776^*); \tag{1}$$

和

$$M = 8.0623M_1 + 2125.9740,$$
$$(n = 8, r = 0.8303^*); \tag{2}$$

二是累加推进基数，即前 3 旬的诱蛾量是当旬蛾量发生的基数。由于受小菜蛾生物特性和种群内在发展作用，当旬诱蛾量(T_m)与前 3 旬诱蛾量(M_3)也存在极显著相关关系，其相关方程式为：

$$T_m = 0.2525M_3 + 26.5170,$$
$$(n = 108, r = 0.6888^{**}). \tag{3}$$

2.3.2 气候条件: 根据对气象要素与小菜蛾成虫数量发生关系分析，气温、雨量和日照三大要素在不同时段对小菜蛾种群发生发展都有一定的影响作用，其中气温对小菜蛾成虫数量消长存在显著相关关系。应用 4 年持续调查与统计分析，旬平均气温 20℃是春夏之交小菜蛾种群数量发展的重要临界指标，当旬平均气温在 20℃以下，小菜蛾种群数量是随着气温的升高而升高，在 1~4 月时段，其当旬蛾量(T_m)与其前三旬的旬平均气温之和(T_3)呈显著相关关系，其相关关系式为：

$$T_m = 17.2142T_3 - 305.5695,$$
$$(n = 48, r = 0.6682^{**}). \tag{4}$$

当旬平均气温处在 20℃以上，其小菜蛾的种群数量是随着气温的升高而下降，在 5~10 月时段，其当旬蛾量(T_m)与其前 3 旬平均气温之和(T_3)的相关关系式为：

$$T_m = -6.9965T_3 + 592.4919,$$
$$(n = 51, r = -0.6444^{**}). \tag{5}$$

故 7~8 月为全年气温最高，其小菜蛾种群数量处在低谷状态。4~5 月旬平均气温在 20℃上下，种群数量呈现春季高峰。秋季虽然气候条

件较适宜,但夏季高温使基数处在最低状态,难以使种群较快回升,同时气温渐趋下降,故秋小峰相对表现不明显。

2.3.3 盲区识别:小菜蛾种群时序发展主要取决于种群基数和气温变化两大因子的相互作用。作为累加基数变动函数因子,往往在春峰期的期末(5月下旬至6月下旬)会产生盲区效应,其前三旬累加基数对后旬的相关性会严重失灵。作为气温变动函数因子,11~12月由于受冷空气变化剧烈和频繁影响,其单因子影响效应也将失去作用。对这些盲区时段,其影响因子应结合旬平均气温和累加基数综合识别。

3 小结与讨论

(1)小菜蛾是世界性十字花科蔬菜的重要害虫,其成虫数量季节消长在较大区域范围内表现同步。根据2002~2005年持续对相距60多km的城郊蔬菜生产基地和沿海青花菜出口生产基地2个监测点监测资料分析结果,全年两地候发生期无明显差异,两地候发生量波动趋势基本同步一致。由此可见,小菜蛾虫情监测点建设布局以60~100 hm²范围内设1点则可。

(2)小菜蛾在浙中临海周年发生为害,经持续4年监测其种群数量季节消长全年主要呈春峰型曲线变化。李惠明等对上海郊区1970~1994年小菜蛾灯诱成虫季节消长从诱量上作过研究,认为小菜蛾的发生消长呈双峰型,上半年以6月份为盛发期,下半年以9月中~10月为盛发期,发生量上半年大于下半年,年度之间变化大,但未作峰型和峰量同时比较分析^[9]。从峰型格局来看,小菜蛾在年度之间表现较为稳定,2~6月春峰表现突出,9~11月秋峰表现不明显;从峰量来看,其春峰期蛾量占全年总量的57.34%~91.93%,相对也较为稳定,但春峰发生期在年度之间存在较大差异,早发年份为

2月上旬至5月上旬,迟发年份为3月下旬至6月中旬,盛发持续时间长达80~100 d。7~8月为低谷。9~10月和11~12月虽有2小峰,但秋峰表现不明显,其2峰值不及全年总量的一成。这是小菜蛾种群发展与环境制约和气候因素作用所形成的。

(3)经过数理统计和相关分析,影响小菜蛾种群数量消长的主要相关因子有种群基数和气候条件两方面,其中1月蛾量是当年春峰期和全年的基数,前3旬蛾量是当旬蛾量的累加推进基数;气候条件主要是气温和雨量,总体上小菜蛾种群数量在旬平均气温20℃以下时段是随着气温的升高而升高,在旬平均气温20℃以上时段是随着气温的升高而下降。

(4)应用相关影响因子建立了5种小菜蛾种群数量预测模型。应用小菜蛾种群基数模型可开展全年春峰期和全年发生量的预警,如1月小菜蛾平均单钵诱量200只以上,即可预测春峰期蛾量3000只或全年4000只,推算预报春峰期每株虫量2头以上,需要作出预警。应用其它小菜蛾种群数量变动模型,可反映全年各旬期数量变化动态,可随旬作出各旬期的预报,经过3年回测和2005实测结果,平均吻合率达85%以上。如此结合田间查定验证,可大大提高小菜蛾测报防治水平。

参 考 文 献

- 1 刘树生,曹若彬,朱国念.蔬菜病虫害防治手册.北京:中国农业出版社,1995.94~97.
- 2 钟慧敏.蔬菜常见病虫害测报与防治.上海:上海科学技术文献出版社,1994.62~68.
- 3 汪恩国.放心菜病虫害治理.北京:中国农业科技出版社,2001.36~51.
- 4 高书晶,庞保平,史丽,伊卫东.昆虫知识,2004,41(4):324~327.
- 5 李惠明.上海蔬菜,1996,(1):30~31.
- 6 李仲量,周学杰,吴永汉.昆虫知识,43(3):392~394.