

绿盲蝽中期预测模型的组建与应用*

肖留斌^{1**} 王凤良² 陈 华² 王 震¹ 柏立新^{1***}

(1. 江苏省农业科学院植物保护研究所, 南京 210014; 2. 大丰市植保植检站, 大丰 224100)

摘 要 【目的】随着转基因棉种植年限的延长, 绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) 成为棉田主要害虫, 建立准确的预测预报模型, 可为绿盲蝽的防控奠定基础。【方法】通过收集整理基点 16 年 (1993—2008 年) 绿盲蝽各代成若虫的发生高峰期与发生量以及平均气温、相对湿度、降雨量、雨日、光照时数等各项因子数据, 利用 DPSv8.05 专业版数据处理系统, 采用多因子逐步回归方法, 从各代发生量、平均温度、雨量、湿度、光照时长等因子中筛选出 4~5 个相关显著的预测因子进一步用二次多项回归建立预测模型。【结果】初步建立了绿盲蝽各代发生期、发生量预测模型, 进行了回代检验, 并进一步利用 6 年 (2009—2014 年) 的绿盲蝽实际发生数据对预测模型的应用效果进行了外延检测, 总体测报准确率平均达到 85% 以上。【结论】建立的绿盲蝽中期测报模型准确率较高, 农业技术推广部门可以在绿盲蝽的预测预报工作中加以应用。

关键词 绿盲蝽, 发生期, 发生量, 预测模型

Development and application of a medium-term prediction model for *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae)

XIAO Liu-Bin^{1**} WANG Feng-Liang² CHEN Hua² WANG Zhen¹ BAI Li-Xin^{1***}

(1. Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Plant Protection and Quarantine Station, Dafeng County, Dafeng 224100, China)

Abstract [Objectives] Along with the widespread planting of transgenic cotton, *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) has become a major insect pest in cotton fields. An accurate prediction model can provide a foundation for the prevention and control of this pest. [Methods] Sixteen years of data collected between 1993 and 2014 on *A. lucorum* population peaks, average temperature, relative humidity, rainfall, and sunlight hours at the Dafeng Plant Protection and Quarantine Station were analyzed using Multifactorial stepwise regression. All factors were then significance tested using DPS software and a prediction model developed using polynomial regression. [Results] A preliminary prediction model of the date and population size of each generation of *A. lucorum* was established with an average accuracy of 85%. [Conclusion] The *A. lucorum* prediction model can be widely disseminated to forecast outbreaks of *A. lucorum*.

Key words *Apolygus lucorum*, emergence period, emergence amount, prediction model

近年来, 随着我国转基因棉高比例种植年限的延长, 有效控制了棉铃虫等鳞翅目害虫的发生危害, 同时棉田用药次数减少, 害虫生态地位发生了演替, 盲蝽等刺吸式害虫上升为棉田主

要害虫, 并波及枣、苹果、苜蓿、樱桃等多种作物 (Wu *et al.*, 2002; 崔金杰等, 2004; Lu *et al.*, 2008, 2010; Zhang *et al.*, 2009; 高勇等, 2012)。其中绿盲蝽 *Apolygus lucorum* 在长江下

* 资助项目 Supported projects: 公益性行业专项: 盲蝽蟥可持续治理技术的研究与示范 (201103012); 现代农业产业技术体系建设专项资金资助; 国家科技支撑计划 (2012BAD19B05)

**第一作者 First author, E-mail: xlbwll@sohu.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: jaasblx@jaas.ac.cn

收稿日期 Received: 2015-03-19, 接受日期 Accepted: 2015-03-25

游流域成为棉田主要害虫（徐文华等，2008）。绿盲蝽体型小，行动敏捷，不易被察觉，加之棉农对其认识不足，防治不及时、措施不到位，给棉花生产造成严重威胁，其防治工作常常处于被动局面，发现棉株被害或田间虫量较大再进行防治为时已晚（Gao *et al.*, 2014）。建立准确的预测预报技术，抓住防治适期是绿盲蝽防治工作的关键。

目前，盲蝽的预测预报主要以虫情调查结合发育历期推算其当代的发生期、发生量的短期预测预报技术为主，但是光周期、温湿度等气候因子对盲蝽生长发育及繁殖的影响较大（门兴元等，2008；赵洪霞等，2011），在不同寄主上完成一个世代所需的周期、有效积温等也不尽相同（郭小奇等，2008；肖留斌等，2013），而棉田主害代盲蝽成虫多为其它寄主上转移而来，成若虫均可对作物造成危害，这给盲蝽的预测预报工作带来诸多不便。已有盲蝽预测预报模型多数以几种盲蝽混合种群为预测对象，未能分别预测绿盲蝽 *Apolygus lucorum*、中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* 等不同种的盲蝽发生期、发生量，如吴昊等（2010）依据鄱阳湖北部多年的盲蝽发生及气候因子，应用的小波分析方法，逐步回归建立了棉花盲蝽长期预报模式与中短期气象条件适宜度预报模式。绿盲蝽作为棉田主要害虫，与其它种类的盲蝽在虫源地、生长发育周期等方面有所差异。分析绿盲蝽多年来的发生量、发生高峰期，并研究其与平均气温、相对湿度、降雨量、光照时数等主要影响因子的相关性，建立简便准确的预测模型具有重要意义，可充实绿盲蝽的预测预报技术，为科学防治工作奠定基础。

1 材料与方法

1.1 测报资料

采用江苏省盐城大丰市植保站 1993—2008 年合计 16 年的绿盲蝽各代发生高峰期、各代发生量、以及平均气温、相对湿度、降雨量、雨日、光照时数等若干项相关生物与气象因子数据。

1.2 研究方法

对绿盲蝽不同龄期若虫在鲁棉研 15 号、中棉 29 号、苏棉 9 号、芹菜、甘薯、大豆、苋菜、芝麻等寄主上的发育速率与有效积温的关系开展试验研究，根据试验结果对绿盲蝽不同龄期若虫发育所需生理时间进行计算，以明确绿盲蝽不同龄期若虫在这 8 种寄主上各自完成发育所需的有效积温，以丰富与优化测报参数，并充实到盲蝽预测预报中。

利用 DPSv8.05 专业版数据处理系统，根据 1993—2014 年合计 22 年测报资料与数据，采用多因子逐步回归方法，对不同代次绿盲蝽与中黑盲蝽分别从各代发生量、平均温度、雨量、湿度、光照时长等相关因子中筛选出 4~5 个相关显著的预测因子，进一步运用二次多项回归方法建立各自不同代次的种群动态包括发生期、发生量中期预测模型。

为提高建立的绿盲蝽种群动态中期预测模型的简便实用性并具有较高的准确度，在组建回归预测模型的过程中，各预测模型所筛选的自变量个数要尽量少而精（不超过 4 个），各自变量在时间效应上应具有一定的前瞻性，在数据特性上应具有较好的量化度，入选指标同时参考方差分析 F 值和各个回归系数的偏相关系数的显著水平均小于等于 0.05，决定系数尽量大，剩余通径系数 P_e 尽量小，并以此作为筛选、优化模型的标准。通过理论发生值回测和实际发生值预测，检验所组建预测模型的适用性与准确度。

2 结果与分析

2.1 绿盲蝽预测模型相关基本要素的确立

2.1.1 发生为害等级划分标准 单位面积虫口密度既反映了害虫发生程度，也与其可能造成的危害等级密切相关。因此，划分并确立其发生危害等级是种群测报的重要一环，也是组建害虫种群预测模型的基础工作。本文在组建盲蝽种群发生量预测模型的过程中，参照江苏省农作物主要病虫害预测预报办法（1995 年 4 月）确定绿盲蝽发生危害等级划分标准（头/667m²），具体详见表 1。

表 1 绿盲蝽发生危害等级划分标准
Table 1 The standard in infestation level of *Apolygus lucorum*

危害等级 Harm level	虫量 (头/667m ²) Individual number/667m ²	
I 级 Level I	轻发生	每 667 m ² 虫量 500 头以下
II 级 Level II	中发生	每 667 m ² 虫量 500-2 000 头
III 级 Level III	大发生	每 667 m ² 虫量 2 000-5 000 头
IV 级 Level IV	重发生	每 667 m ² 虫量 5 000 头以上

2.1.2 自变量的筛选 针对绿盲蝽的不同预测代次, 选取与其发生时期相关联的相近时段直至前几个月的温度、雨量、日照等气象因子以及各代发生量, 利用 DPS8.05 软件进行逐步筛选, 并通过筛选、优化模型, 按照选取显著水平较高的变量作为预测式的因子, 详见表 2。

表 2 不同代次绿盲蝽种群动态的主要影响因子
筛选结果

Table 2 The selection of factors influencing population dynamics of *Apolygus lucorum* at the different generation

绿盲蝽 <i>Apolygus lucorum</i>	筛选选定因子 Selected factors
第 1 代 1 st generation	X_1 : 年最低温度, X_2 : 4 月下旬雨量, X_3 : 4 月下旬日照, X_4 : 4 月下旬温度, X_5 : 4 月平均日照, X_6 : 4 月平均雨量, X_7 : 5 月上旬温度, X_8 : 6 月上旬日照, X_9 : 5 月上旬雨量, X_{11} : 6 月平均温度, X_{12} : 6 月平均雨量, X_{13} : 6 月平均日照, X_{14} : 绿盲蝽 1 代发生量
第 2 代 2 nd generation	X_{10} : 6 月下旬日照, X_{18} : 7 月上旬温度, X_{19} : 6 月下旬雨量, X_{20} : 7 月上旬雨量, X_{21} : 7 月上旬日照, X_{22} : 绿盲蝽 2 代残虫量
第 3 代 3 rd generation	X_{23} : 7 月中旬温度, X_{24} : 7 月中旬日照, X_{20} : 7 月上旬雨量, X_{25} : 8 月上旬温度, X_{28} : 8 月上旬雨量, X_{29} : 8 月上旬日照

2.2 绿盲蝽若虫在不同供试寄主上的有效积温

绿盲蝽若虫的发育起始温度为 3℃。根据生理时间的原理, 生物种群完成某一阶段的发育, 需要一定的积温, 即: $^{\circ}D = A \times (T - T_L)$, 式中: $^{\circ}D$ 为有效积温; A 为完成发育所需天数; T 为环

境温度; T_L 为发育起点温度。

表 3 列出了在鲁棉研 15 号、中棉 29 号、苏棉 9 号、芹菜、甘薯、大豆、苋菜、芝麻 8 种供试寄主上绿盲蝽 1~5 龄若虫及整个若虫期发育所需要的生理时间或有效积温。从表 3 可看出, 不同龄期若虫在不同寄主上完成相应阶段发育所需要的生理时间或有效积温有所差异, 如绿盲蝽整个若虫期在甘薯上所需要的有效积温分别为 262.66 日·度, 而在大豆上则分别需要 285.89 日·度。因而相对应在不同年份、不同虫源寄主上绿盲蝽若虫所实际需要的发育天数则随当时气温的不同而不同。该研究结果应用在测报中可比传统的历期(天数)要更为切合实际, 准确度也可大为提高, 而且适用于不同年份变温条件, 从而使绿盲蝽若虫在不同寄主上的测报参数更具实际指导意义。据此参数, 结合运用历期法或期距法可为预测成若虫高峰期提供科学依据。

2.3 绿盲蝽成虫发生高峰期预测式

绿盲蝽 1 代成虫发生高峰期 (Y_{LP1}):

$$Y_{LP1} = -12.2 + 64.1X_2 + 0.8X_3 - 5.35X_2 \times X_3 - 0.009X_2 \times X_2 + 0.004X_3 \times X_3 - 0.06X_1 \times X_2 - 0.98X_1 \times X_3$$

($R=0.98$, $P=0.05$, $F=13.95$, $SSE=2.24$) (设 5 月 1 日的 Y_{LP1} 值为 1, 其余日期依此类推)

绿盲蝽 2 代成虫发生高峰期 (Y_{LP2}):

$$Y_{LP2} = -63.25 + 11.62X_7 - 2.4X_8 + 3.34X_9 - 0.46X_7 \times X_7 + 0.005X_8 \times X_8 - 0.005X_9 \times X_9 + 0.13X_7 \times X_8 - 0.15X_7 \times X_9 - 0.008X_8 \times X_9$$

($R=0.90$, $P=0.01$, $F=4.89$, $SSE=2.01$) (设 6 月 16 日 Y_{LP2} 值为 1, 其余日期依此类推)

绿盲蝽 3 代成虫发生高峰期 (Y_{LP3}):

$$Y_{LP3} = 12.32 + 0.38X_{19} - 0.000057X_{20} \times X_{20} + 0.005X_{18} \times X_{10} - 0.02X_{18} \times X_{10} + 0.0002X_{19} \times X_{20}$$

($R=0.91$, $P=0.0001$, $F=12.55$, $SSE=1.83$) (设 7 月 11 日的 Y_{LP3} 值为 1, 其余日期依此类推)

绿盲蝽 4 代成虫发生高峰期 (Y_{LP4}):

$$Y_{LP4} = 15.56 - 0.09X_{24} - 0.0007X_{23} \times X_{20} + 0.00003X_{24} \times X_{20}$$

($R=0.89$, $P=0.01$, $F=11.66$, $SSE=3.51$) (设 8 月 21 日的 Y_{LP4} 值为 1, 其余日期依此类推)

表 3 绿盲蝽在不同供试寄主上发育所需有效积温

Table 3 Effective accumulated temperature of *Apolygus lucorum* in the development of different plants

寄主 Host	有效积温 (日·度) Effective accumulated temperature (degree·days)					
	1 龄 1 st instar	2 龄 2 nd instar	3 龄 3 rd instar	4 龄 4 th instar	5 龄 5 th instar	若虫 Nymphy
苏棉 9 号 Sumian9	68.77	42.09	46.92	45.31	72.45	275.77
中棉 29 号 Zhongmian29	64.63	43.93	48.53	44.16	77.51	278.76
鲁棉研 15 号 Lumian15	65.78	40.94	45.77	43.01	74.29	269.79
大豆 Soybean	70.15	44.16	48.76	43.70	79.12	285.89
甘薯 Poi	64.63	39.56	45.08	40.48	73.14	262.66
芹菜 Celery	69.69	39.79	46.92	43.47	75.67	275.54
苋菜 Amaranth	65.09	38.18	48.53	43.93	76.13	271.63
芝麻 Sesame	66.24	39.79	46.92	41.63	73.83	268.41

以预测日期与实际高峰期相差不得超过两天为预测标准,从绿盲蝽 1 代成虫发生高峰期预测模型的历史回检结果(表 4)可以看出,16 年中有 14 年达到标准,仅 1998 年预测回检时间相差 2.6 d,2000 年相差 2.4 d。从绿盲蝽 2 代成虫发生高峰期预测回代检验可以看出,2 代绿盲蝽预测模型的历史回检与外延预测的符合率为 87.5%,16 年中有 14 年达到标准,只有 1993 年相差 2.6 d,1998 年相差 2.4 d。从绿盲蝽 3 代成虫发生高峰期预测回代检验结果可以看出,绿盲蝽预测模型的历史回检的总符合率为 81.3%,16 年中有 13 年未超出误差允许标准,1998、2001、2005 年 3 年预测误差超标,绿盲蝽 4 代成虫发生高峰期预测模型的历史回检符合率为 75.0%,16 年中有 12 年达到标准,1997 年相差 2.4 d,2000、2001、2004 年各相差 2.6、2.4、3.1 d,应用该测报模型预测绿盲蝽 1~4 代成虫发生高峰期有较高的准确率。

2.4 绿盲蝽成虫发生量预测式

绿盲蝽 1 代成虫发生量预测式 (Y_{LN1}):

$$Y_{LN1}=1674.05 - 3721.27X_1 - 146.41X_4 + 264.03X_1 \times X_4 + 1.56X_1 \times X_5 + 0.18X_4 \times X_6 \quad (R=0.87,$$

$$P=0.02, F=5.01, SSE=122.66)$$

绿盲蝽 2 代成虫发生量预测式 (Y_{LN2}):

$$Y_{LN2}=383304 - 17432.68X_{11} - 5583.7X_{14} - 1.26X_{12} \times X_{12} + 0.85X_{14} \times X_{14} + 221.28X_{11} \times X_{14} - 2.85X_{12} \times X_{13} + 9.79X_{12} \times X_{14} + 2.63X_{13} \times X_{14} \quad (R=0.99, P=0.007, F=43.61, SSE=143.75)$$

绿盲蝽 3 代成虫发生量预测式 (Y_{LN3}):

$$Y_{LN3}=677.95 - 29.7X_{18} + 0.11X_{18} \times X_{21} + 0.002X_{20} \times X_{22} \quad (R=0.77, P=0.03, F=4.84, SSE=103.45)$$

绿盲蝽 4 代成虫发生量预测式(Y_{LN4}):

$$Y_{LN4}=2622.1 - 87.83X_{25} - 13.04X_{28} + 0.49X_{25} \times X_{28} - 0.01X_{28} \times X_{29} \quad (R=0.82, P=0.03, F=33.04, SSE=13.87)$$

以预测发生等级与实际发生等级相同为预测准确的标准,应用上述预测模型进行回检验证(表 5),1 代绿盲蝽成虫发生程度预测模型的历史回检的符合率达 93.8%,16 年中有 15 年完全准确,仅 2002 年预测回检相差 1 个等级;2 代绿盲蝽成虫发生量预测模型的历史回检的符合率为 87.5%,16 年中有 14 年完全准确,其中 1994 年、2008 年各相差 1 个等级;4 代绿盲蝽成虫发生量预测模型的历史回检的符合率达 93.8%,14

年中有 13 年完全吻合, 仅 1995 年回检相差 1 个等级。上述检验结果表明, 组建的绿盲蝽种群 1~4 代成虫发生量测报模型具有一定的应用价值。

2.5 绿盲蝽成虫发生高峰期、发生量预测式的外延预测

应用组建的绿盲蝽各代次成虫发生高峰期、发生量预测模型, 预测 2009—2014 年本地绿盲蝽各代成虫的发生高峰期与发生量, 并利用绿盲蝽成虫的实际发生量与发生程度对预测结果进行检验 (表 6, 表 7)。以预测值和实际发生日期相差不得超过两天为预测标准, 2009—2014 年 6 年中, 1 代、2 代、4 代绿盲蝽成虫发生高峰期

各有 1 年相差 2 d 以上, 总体预测准确率达 87.5%。近 6 年的绿盲蝽发生程度预测值和实际发生程度各有一年相差 1 个级别 (2011 年 2 代、2012 年 4 代), 其余 22 个预测值均与实际发生程度相吻合, 总体预测准确率为 91.67%。

3 讨论

1) 影响盲蝽发生程度和发生高峰期的因素众多而且比较复杂。本研究表明, 盲蝽发生程度与上代发生量、越冬卵数量、前期平均气温、相对湿度、降雨量、光照时长关系密切; 盲蝽发生高峰期与前期温度、相对湿度、降雨量、光照时长关系密切, 这些均具有明显的生物学意义。

表 4 各代绿盲蝽成虫发生期预测模型的历史回检
Table 4 Back-generation test to the prediction model of peak occurs for each generation of adult *Apolygus lucorum*

年份 Year		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1 代 1 st generation	发生高峰日期 Peak season	14	13	16	25	15	22	18	15	26	20	12	28	10	4	6	10
	理论检验值 Theoretical value	13.9	13.0	15.9	24.6	15.3	19.4	16.9	17.4	24.1	18.9	10.4	27.9	11.8	4.4	5.2	11.3
	预测误差 Forecast error	0.1	0.0	0.1	0.4	0.3	-2.6	-1.1	2.4	1.9	1.1	1.6	0.1	-1.8	-0.4	-0.8	1.3
2 代 2 nd generation	发生高峰日期 Peak season	6	4	6	16	11	8	6	4	3	5	6	10	10	5	3	8
	理论检验值 Theoretical value	8.6	3.7	6.6	14.5	10.2	10.4	4.4	5.9	2.2	4.9	4.7	11.2	10.2	5.4	2.6	6.6
	预测误差 Forecast error	-2.6	0.3	-0.6	1.5	0.8	-2.4	1.6	-1.9	0.8	0.1	1.3	-1.2	-0.2	-0.4	0.4	1.4
3 代 3 rd generation	发生高峰日期 Peak season	17	15	20	20	20	18	15	13	11	16	14	19	16	15	16	18
	理论检验值 Theoretical value	17.2	14.4	19.5	19.0	21.7	15.2	14.1	12.4	13.7	15.6	15.4	17.7	18.4	15.8	14.4	18.3
	预测误差 Forecast error	-0.2	0.6	0.5	1.0	-1.7	2.8	0.9	0.6	-2.7	0.4	-1.4	1.3	-2.4	-0.8	1.6	-0.3
4 代 4 th generation	发生高峰日期 Peak season	8	8	6	9	9	12	6	7	4	8	8	6	2	4	5	3
	理论检验值 Theoretical value	8.5	7.8	5.1	10.3	11.4	10.1	7.1	7.6	6.4	7.2	7.3	9.1	1.9	2.9	6.6	3.8
	预测误差 Forecast error	-0.5	0.2	0.9	-1.3	-2.4	1.9	-1.1	-2.6	2.4	0.8	0.7	-3.1	0.1	1.1	-1.6	-0.8

表 5 各代绿盲蝽成虫发生程度预测模型的历史回检

Table 5 Back-generation test to the prediction model of occurrence degree for each generation of adult *Apolygus lucorum*

年份 Year		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1 代 1 st generation	实际发生级别 Actual level	II	I	I	I	I	I	I	I	I	II	I	I	I	I	II	II
	理论检验值 Theoretical value	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II
	预测误差 Forecast error	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
2 代 2 nd generation	实际发生级别 Actual level	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	IV	IV	III	III
	理论检验值 Theoretical value	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	IV	IV	III	II
	预测误差 Forecast error	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
3 代 3 rd generation	实际发生级别 Actual level	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II	IV
	理论检验值 Theoretical value	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	III
	预测误差 Forecast error	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1
4 代 4 th generation	实际发生级别 Actual level	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II
	理论检验值 Theoretical value	I	I	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II
	预测误差 Forecast error	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 6 各代绿盲蝽成虫发生期预测模型的外延预测检验

Table 6 Epitaxial forecast test to the prediction model of peak occurs for each generation of adult *Apolygus lucorum*

年份 Year		2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 代 1 st generation	发生高峰日期 Peak season	6	12	17	11	23	12
	理论检验值 Theoretical value	5.4	12.3	16.1	12.4	20.3	11.4
	预测误差 Forecast error	0.4	-0.3	0.9	-1.4	2.7	0.6
2 代 2 nd generation	发生高峰日期 Peak season	8	6	7	5	5	2
	理论检验值 Theoretical value	7.2	5.7	5.7	3.3	4.9	4.2
	预测误差 Forecast error	0.8	0.3	1.3	1.7	0.1	-2.2
3 代 3 rd generation	发生高峰日期 Peak season	13	14	12	16	17	9
	理论检验值 Theoretical value	13.5	14.5	13.2	15.1	16.4	10.2
	预测误差 Forecast error	-0.5	-0.5	-1.2	0.9	0.6	-1.2
4 代 4 th generation	发生高峰日期 Peak season	7	8	5	6	4	8
	理论检验值 Theoretical value	5.8	8.1	7.2	6.3	4.9	7.2
	预测误差 Forecast error	1.2	-0.1	-2.2	-0.3	-0.9	0.8

表 7 各代绿盲蝽成虫发生程度预测模型的外延预测检验
Table 7 Epitaxial forecast test to the prediction model of occurrence degree for each generation of adult *Apolygus lucorum*

年份 Year		2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 代 1 st generation	实际发生级别 Actual level	II	I	I	I	I	I
	理论检验值 Theoretical value	II	I	I	I	I	I
	预测误差 Forecast error	0	0	0	0	0	0
2 代 2 nd generation	实际发生级别 Actual level	II	I	I	I	I	I
	理论检验值 Theoretical value	II	I	II	I	I	I
	预测误差 Forecast error	0	0	1	0	0	0
3 代 3 rd generation	实际发生级别 Actual level	I	I	I	I	I	I
	理论检验值 Theoretical value	I	I	I	I	I	I
	预测误差 Forecast error	0	0	0	0	0	0
4 代 4 th generation	实际发生级别 Actual level	I	I	I	I	I	I
	理论检验值 Theoretical value	I	I	I	II	I	I
	预测误差 Forecast error	0	0	0	1	0	0

2) 对农业害虫进行准确的测报预警是植保科技工作者所追求的一个目标,但要作出完全准确预测的难度是显而易见的。就本研究所得绿盲蝽不同代次发生程度预测式与发生高峰期预测式进行准确度检验,从检验结果可知,个别年份预测结果与实际数据有所出入,其原因可能在于本研究只选取了一些方便基层植保站实际应用的可量化指标作为关键因子,所选取的因子具有人为局限性,有些应与盲蝽种群发生期或发生量密切相关的因子或因历史资料缺乏或因难以定量而未能在预测式中体现。因此,在今后应重视这些测报原始数据资料的积累,以利改进完善预测模型。

3) 在组建盲蝽不同代次发生期、发生量预测模型中,选取的气象因子并不落在盲蝽当代的时段内,没有考虑当时气象因子与虫情预测的关系,而是取了其前驱值,目的在于偏重分析前期气象因子对当代盲蝽发生的影响程度,使所建立的模型更具及早预测性,从而对盲蝽的发生具有较早预警作用,提高防治工作的主动权。

4) 本预测模型为隔代预测,属于中期预测

模型。在实际应用时,可结合短期测报进行修正,以进一步提高盲蝽测报的准确度。

参考文献 (References)

Gao Y, Men XY, Yu Y, Zhou HX, 2012. Physiological indices of leaves of jujube(*Zizyphns jujuba*) damaged by *Apolygus lucorum*. *Acta Ecologica Sinica*, 32(17): 5330–5336. [高勇, 门兴元, 于毅, 周洪旭, 2012. 绿盲蝽危害对枣树叶片生化指标的影响. *生态学报*, 32(17): 5330–5336.]

Gao Z, Pan HS, Liu B, Lu YH, Liang GM, 2014. performance of three *adelphocoris* spp. (hemiptera : miridae) on flowering and non-flowering cotton and alfalfa. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(8) 1727–1735.

Cui JJ, Luo JY, Wang CY, Ma Y, Li CH, 2004. Population dynamics of main pests and enemies in the transgenic CryIAc+CpTI cotton field. *Cotton Science*, 16(2): 94–101.[崔金杰, 雒珺瑜, 王春义, 马艳, 李春花, 2004. 转双价基因棉田主要害虫及其天敌的种群动态. *棉花学报*, 16(2): 94–101.]

Guo XQ, Fu XW, Feng HQ, Qiu F, Guo XR, 2008. Effects of host plants on the development, survival and fecundity of *Adelphocoris suturalis* Jakovlev(Hemiptera: Miridae). *Acta Ecologica Sinica*, 28(4): 1514–1520. [郭小奇, 付晓伟, 封洪强,

- 郭线茹, 2008. 不同寄主对中黑盲蝽 (*Adelphocoris suturalis*) 生长发育和繁殖的影响. 生态学报, 28(4): 1514–1520.]
- Lu YH, Qiu F, Feng HQ, Li HB, Yang ZC, G KA, Wyckhuys, Wu KM, 2008. Species composition and seasonal abundance of pestiferous plant bugs (Hemiptera:Miridae)on Bt Cotton in China. *Crop Protection*, 27: 465–472.
- Lu YH, Wu KM, Jiang YY, Zhao JZ, 2010. Mirid bug outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China. *Science*, 328: 1151–1154.
- Men XY, YU Y, Zhang AS, Li LL, Zhang JT, Ge F, 2008. Life table of the laboratory population of *Lygus lucorum* Meyer-Diir(Hemiptera:Miridae) at different temperatures. *Acta Entomologica Sinica*, 51(11): 1216–1219. [门兴元, 于毅, 张安盛, 李丽莉, 张君亭, 戈峰, 2008.不同温度下绿盲蝽实验种群生命表研究. 昆虫学报, 51(11): 1216–1219.]
- Wu H, Duan SL, Zhang LF, Liu DZ, Lu SM, 2010. Research on forecast method of cotton mirids. *Cotton Science*, 22(1): 57–62. [吴昊, 段沙丽, 张玲芳, 刘定忠, 鲁速明, 2010. 棉花盲蝽象预报方法研究与应用. 棉花学报, 22(1): 57–62.]
- Wu KM, Li W, Feng HQ, Guo YY, 2002. Seasonal abundance of the mirids, *Lygus lucorum* and *Adelphocoris* spp. (Hemiptera: Miridae) on Bt cotton in northern China. *Crop Protection*, 21: 997–1002.
- Xiao LB, Tan YA, Sun Y, Zhao HX, Wu GQ, Bai LX, 2013. Adaptability to plant species switching and the physiological response of *Apolygus lucorum*. *Scientia Agricultura Sinica*, 46(23): 4941–4949. [肖留斌, 谭永安, 孙洋, 赵洪霞, 吴国强, 柏立新, 2013. 绿盲蝽对寄主转换的适应性及生理响应. 中国农业科学, 2013,46(23): 4941–4949.]
- Xu WH, Liu B, Wang RM, Zhang YP, Zhang Y, LI XG, 2008. Effects of transgenic bt cotton on insect populations in cotton fields in coastal agricultural region of Jiangsu Province. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 24(1): 32–38. [徐文华, 刘标, 王瑞明, 郑央萍, 张毅, 李孝刚, 2008. 江苏沿海地区转 Bt 基因抗虫棉对棉田昆虫种群的影响. 生态与农村环境学报, 24(1): 32–38.]
- Zhang ZQ, Guo TE, Wang W, 2009. Assessment of relative toxicity of insecticides to the green plant bug *Lygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera:Miridae), by two different bioassay methods. *Acta Entomologica Sinica*, 52(9): 967–973.
- Zhao HX, Xiao LB, Tan YA, Wu GQ, Bai LX, 2011. Effects of different photoperiods on the life table parameters of *Apolygus lucorum* Meyer-Dur(Hemiptera : Miridae). *Cotton Science*, 23(02): 140–146. [赵红霞, 肖留斌, 谭永安, 吴国强, 柏立新, 2011. 不同光周期对绿盲蝽实验种群生命表参数的影响. 棉花学报, 23(02): 140–146.]