

高空测报灯监测粘虫区域性 发生动态规律探索*

姜玉英** 刘 杰 曾 娟

(全国农业技术推广服务中心, 北京 100125)

摘 要 【目的】为探索粘虫 *Mythimna separata* Walker 成虫种群监测的有效工具。【方法】2014 年在全国 17 个省(市、区)设立了 19 个高空测报灯观测点,通过各地全年系统监测逐日蛾量。【结果】掌握了粘虫全年南北往返迁飞的种群发生动态,总结出了粘虫全年发生代次(时间)、发生区域和发生数量。

【结论】高空测报灯诱测数据反映了粘虫各代次发生时间规律,反映了粘虫种群数量变动规律,体现出区域间种群数量相关性,种群数量变动关系密切的因子有待探讨。此方法为作好其他迁飞性害虫的监测提供了可借鉴的手段和方法。

关键词 高空测报灯, 粘虫, 监测, 发生规律

Using vertical-pointing searchlight-traps to monitor population dynamics of the armyworm *Mythimna separata* (Walker) in China

JIANG Yu-Ying** LIU Jie ZENG Juan

(National Agro-Technical Extension and Service Center, Beijing 100125, China)

Abstract [Objectives] To develop an effective tool to monitor the population dynamics of *Mythimna separata*. [Methods] 19 vertical-pointing searchlight-traps were built and installed in 17 provinces in 2014. [Results] Moth abundance, number of generations, distribution and population size were monitored daily at all monitoring stations. [Conclusion] The correlation between population size and occurrence in different regions may be important for monitoring regional population dynamics and improving the accuracy of temporal and spatial forecasting of *M. separata* outbreaks. Our research may also provide a reference for monitoring other migratory pests.

Key words vertical-pointing searchlight-trap, *Mythimna separata*, monitor and forecast, occurrence regularity

粘虫 *Mythimna separata* Walker 是我国农业上最重要的害虫之一(中国农业科学院植物保护研究所, 1979)。受作物种植结构、气候条件和农田生境等因素的影响, 1950—2013 年 60 年间粘虫在发生区域、主要为害作物和主害代次等方面均发生了明显变化(姜玉英等, 2014; 江幸福等, 2014)。由于粘虫具有远距离迁飞、适生区域广泛和种群聚集发生等为害特性(李光博等, 1964; 陈瑞鹿, 1990), 给生产上实时监测和准确预报带来了极大困难, 一定程度影响了适期防

控(姜玉英等, 2013)。因此, 深入探明粘虫的发生为害规律、选用诱测效果好的监测工具、及时获取种群动态数据是解决当前粘虫监测预报问题的关键。掌握粘虫成虫发生动态, 是进行预测预报的重要依据, 生产上用于诱测成虫的工具主要有虫情测报灯(即黑光灯)、诱蛾器、糖醋毒草把(姜玉英等, 2009)或传统用的杨树枝把, 这些工具只适合在较小范围内使用, 监测结果只能满足小区域短期预报的需要。而对于远距离迁飞、大区域发生的粘虫, 研发或选择诱测范围更

* 资助项目 Supported projects: 公益性行业(农业)科研专项(201403031)

**通讯作者 Corresponding author, E-mail: jiangyuying@agri.gov.cn

收稿日期 Received: 2015-04-22, 接受日期 Accepted: 2015-11-07

广、效果更高的监测工具,对掌握粘虫区域发生动态、做好中长期预报具有重要意义。封洪强(2003)测验证实,高空测报灯(文中称探照灯诱虫器)能有效地诱集地面以上至少 800 m 以内的具有趋光性的昆虫。张云慧(2008)通过雷达回波分析认为,粘虫空中飞行高度,春季主要在 300~600 m;夏季主要集中在 500 m 和 700 m 两个高度层;秋季主要在 300 m 以下和 400~500 m,据此认为,高空测报灯应是进行粘虫区域发生动态监测的有效工具,为验证其实际应用效果,2014 年在全国 17 个省(市、区)建立了 19 个高空测报灯观测点,监测了粘虫成虫监测区域范围内全年南北往返迁飞的种群发生动态,依据监测结果总结了粘虫全年发生代次、发生区域和发生时间,以上结果以期对深入分析全国各区域发生规律和区域间虫源相关性、指导做好粘虫的准确预报提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验工具

高空测报灯为 1 000 W 金属卤化物灯,由探照灯、镇流器、微电脑控制器、铁皮漏斗、支架和集虫网袋等部件组成,使用 220 V 交流电源。灯具安装在观测场内,要求其周边无高大建筑物、强光源干扰和树木遮挡,最好设在楼顶、高台等相对开阔处。

1.2 试验地点

根据李光博等(1964)研究的粘虫在我国北迁南回的路径,结合各地粘虫近些年实际发生情况,在长江中下游、黄淮、华北、东北、华南和江南等粘虫发生区域的 17 个省(市、区)设立了 19 个高空测报灯观测点(表 1)。

表 1 2014 年度高空测报灯设置地点和观测时间
Table 1 Observation time and site using vertical-pointing searchlight-traps in 2014

地区 Area	观测点 Site	观测时间 Observation time(year/month/day)
华南, 江南 Southern China, Jiangnan	广东蕉岭 Jiaoling, Guangdong	2014/10/27-2015/2/28
	福建霞浦 Xiapu, Fujian	2014/9/1-2015/2/28
	广西宜州 Yizhou, Guangxi	2015/1/13-2015/2/28
	江西万安 Wanan, Jiangxi	2014/11/1-2015/2/28
	湖南芷江 Zhijiang, Hunan	2014/9/1-2015/2/28
长江中下游 The middle and lower reaches of Changjiang River	浙江象山 Xiangshan, Zhejiang	2014/2/1-2014/4/30, 2014/8/1-2014/10/31
	上海奉贤 Fengxian, Shanghai	2014/2/1-2014/4/30, 2014/8/1-2014/9/30
	江苏东台 Dongtai, Jiangsu	2014/2/1-2014/5/1, 2014/8/1-2014/10/21
黄淮 Huang Huai	山东莱州 Laizhou, Shandong	2014/5/26-2014/9/19
	山东长岛 Changdao, Shandong	2014/4/1-2014/10/30
	山西万荣 Wanrong, Shanxi	2014/7/8-2014/10/31
	河北栾城 Luancheng, Hebei	2014/6/4-2014/8/6
华北 North China	河北滦县 Luanxian, Hebei	2014/5/1-2014/9/30
	天津宝坻 Baodi, Tianjin	2014/3/15-2014/9/29
	北京顺义 Shunyi, Beijing	2014/4/27-2014/10/3
	内蒙古科尔沁 Kerqin, Neimonggu	2014/5/8-2014/8/21
东北 Northeast China	辽宁彰武 Zhangwu, Liaoning	2014/5/28-2014/9/29
	吉林长岭 Changling, Jilin	2014/5/20-2014/8/20
	黑龙江双城 Shuangcheng, Leilongjiang	2014/6/28-2014/9/8

1.3 观测方法

各观测点根据李光博等(1964)研究的粘虫发生规律和生产上多年观测的粘虫发生时间和发生代次确定各区域开灯观测时间,其中,长江中下游地区为2—5月和8—10月,黄淮地区为4—10月,华北和东北地区为5—9月,华南、江南为9月至翌年3月,理论上在以上观测期内应包含当地粘虫主要发生代次的始见期和终见期,由于受电源和灯具安装等条件限制,一些观测点开灯时间有推迟,或连续多日未见虫后灯具提早关闭,各观测点具体观测时间见表1。在观测期内逐日记载高空测报灯诱集的粘虫雌、雄成虫数量。单日诱虫量出现突增至突减之间的日期,记为发生高峰期(或称盛发期)。同时观测

记载降雨、风力和月光强度等天气现象。

2 结果与分析

2.1 越冬代成虫

2—4月份浙江象山、上海奉贤和江苏东台3个观测点监测了长江中下游地区越冬代成虫种群发生动态(表2,图1)。上海奉贤2月9日始见蛾,浙江象山和江苏东台始见蛾日为2月23日和25日。2月份三观测点虫量普遍较低,累计诱虫量仅为1~15头,单日诱虫量最高的浙江象山为4头。浙江象山、上海奉贤3—4月份仍维持较低虫量,月最高累计诱虫量的奉贤为103头;但江苏东台3—4月份出现较高的虫量,月累计诱虫量分别达5 177头和2 977头,其中3

表2 越冬代成虫诱测时间和数量

Table 2 Observation time and number of overwinter generation adult

观测点 Site	观测时间 (月/日) Observation time (month/day)	累计虫量 (头) Total number (heads)	雌雄比 (♀:♂)	峰日(月/日) Peak day (month/day)	峰日虫量(头) Number of the peak day (heads)	始见日 (月/日) The earliest day (month/day)	盛发期 (月/日) Peak time (month/day)
浙江象山 Xiangshan, Zhejiang	2/1-4/30	88	1:1.5	4/8	11	2/23	不明显 Not obvious
上海奉贤 Fengxian, Shanghai	2/1-4/30	117	1:2.5	4/9 4/18	36 34	2/9	不明显 Not obvious
江苏东台 Dongtai, Jiangsu	2/1-5/1	8 201	1:3	3/26 3/29	1 071 1 706	2/25	3/22-4/11

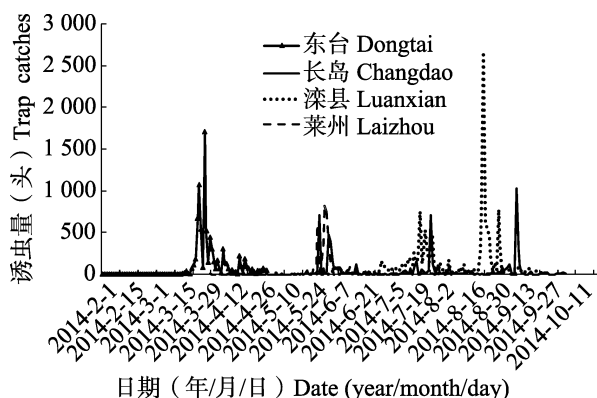


图1 越冬代至3代成虫发生动态

Fig. 1 Moth dynamics of the armyworm, *Mythimna separate* from overwinter generation till the 3rd generation

月22日诱虫量开始上升,直至4月11日有21 d单日诱虫量维持在较高水平,3月26日和29日诱虫量为1 071头和1 706头,随后在4月1日和8日出现442头和304头的峰值,4月17日和20日再出现日诱虫量为200头左右的峰值。尽管三观测点虫量有高低差别,发生高峰期却表现出一定规律性,如3月22日江苏东台虫量开始进入盛期,浙江象山、上海奉贤也在此日或前1 d出现3~4头相对高的峰值;浙江象山、上海奉贤分别在4月8日和4月18日也见虫峰,比江苏东台出现的较高蛾峰的4月8日和4月17日一致或晚1 d。

2.2 1 代成虫

5 月 1 日至 6 月 20 日山东长岛和莱州、河北滦县和滦城、天津宝坻、北京顺义、辽宁彰武、内蒙古科尔沁和吉林长岭监测了黄淮、华北和东北地区 1 代粘虫成虫迁入情况(表 3, 图 1, 图 2)。累计诱虫量, 最高和次高的山东莱州和长岛分别为 3 962 头和 2 403 头, 其次是河北滦城和滦县分别为 435 头和 343 头, 天津宝坻为 51 头; 辽宁彰武、内蒙古科尔沁和吉林长岭只有 20 多头。从迁入时间看, 山东长岛 5 月 24 日首先出现 38 头的峰值, 5 月 31 日又诱虫 705 头; 山东莱州 6 月 3 日诱虫 817 头, 单日虫量为全年最高值; 河北滦县和滦城于 6 月 8—9 日出现 88 头和 141 头、144 头的虫峰; 内蒙古科尔沁、辽宁彰武、吉林长岭分别于 6 月 2 日、6 月 6 日和 6 月 12 日出现 4~6 头的低峰值。

2.3 2 代成虫

6 月中旬至 8 月上旬山东长岛和莱州、山西

万荣、河北滦县和滦城、天津宝坻、北京顺义、辽宁彰武、内蒙古科尔沁、吉林长岭和黑龙江双城等地监测了黄淮、华北和东北地区 2 代粘虫成虫发生动态(表 4, 图 1, 图 2)。累计诱虫量, 以河北滦县最高, 达 5 891 头; 山东长岛、山西万荣和北京顺义分别为 1 741 头、999 头和 878 头, 山东莱州、天津宝坻和河北滦城分别为 214 头、384 头和 241 头; 吉林长岭 111 头, 辽宁彰武、内蒙古科尔沁和黑龙江双城不足 20 头。诱虫量最高的河北滦县虫峰也最明显, 其中 7 月 4 日出现一个 154 头的虫峰, 随后虫量下降, 至 7 月 15 日单日诱虫量超过百头, 7 月 25 日达虫量最高值的 756 头, 8 月 1 日为 475 头, 盛发期一直持续至 8 月 6 日; 诱虫量较低的河北滦城和天津宝坻也于 7 月 4 日出现小峰值, 当日诱虫量分别为 8 头和 33 头; 北京顺义 7 月 5 日出现 248 头的全年最高峰量; 山东长岛盛发期在 7 月 16 日至 8 月 4 日, 7 月 31 日最高虫量达 705 头(河北滦城于 7 月 31 日见有 18 头的虫峰); 吉林长

表 3 1 代成虫诱测时间和数量
Table 3 Observation time and number of 1st generation adult

观测点 Site	观测时间 (月/日) Observation time (month/day)	累计虫量 (头) Total number (heads)	雌雄比 ♀:♂	峰日 (月/日) Peak day (month/day)	峰日虫量 (头) Number of the peak day (heads)	始见日 (月/日) The earliest day (month/day)	盛发期 (月/日) Peak time (month/day)
山东长岛 Changdao, Shandong	5/1-6/20	2 403	2.2 : 1	5/31	705	5/2	5/29-6/11
山东莱州 Laizhou, Shandong	5/26-6/20	3 962	—	6/3	817	—	5/28-6/11
河北滦县 Luanxian, Hebei	5/1-6/20	343	4.5 : 1	6/8	88	5/2	6/6-6/17
河北滦城 Luancheng, Hebei	6/4-6/20	435	—	6/8 6/9	141 144	—	6/7-6/15
天津宝坻 Baodi, Tianjin	3/1-6/20	51	1 : 1.6	6/12 6/16	5 5	4/13	6/10-12
北京顺义 Shunyi, Beijing	4/27-6/20	470	—	6/1	104	4/29	5/30-6/12
辽宁彰武 Zhangwu, Liaoning	5/28-6/20	20	1 : 1.2	6/6	6	6/2	不明显 Not obvious
内蒙古科尔沁 Kerqin, Neimonggu	5/28-6/20	26	1 : 1.9	6/2	4	5/22	不明显 Not obvious
吉林长岭 Changling, Jilin	5/20-6/20	22	1.8 : 1	6/12	5	6/2	不明显 Not obvious

表 4 2 代成虫诱测时间和数量
Table 4 Observation time and number of 2nd generation adult

观测点 Site	观测时间 (月/日) Observation time (month/day)	累计虫量 (头) Total number (heads)	雌雄比 ♀ : ♂	峰日 (头) Peak day (heads)	峰日虫量 (头) Number of the peak day (heads)	盛发期 (月/日) Peak time (month/day)
山东长岛 Changdao, Shandong	6/21-8/10	1 741	2.0 : 1	7/31	705	7/16-8/4
山东莱州 Laizhou, Shandong	6/21-8/10	214	—	6/26 7/19	35 19	7/15-7/20
山西万荣 Wanrong, Shanxi	7/8-8/10	999	1.6 : 1	7/26	136	7/25-8/3
河北滦县 Luanxian, Hebei	6/21-8/10	5 891	2.0 : 1	7/4 7/25 8/1	154 756 475	7/4-8/6
河北栾城 Luancheng, Hebei	6/21-8/6	241	—	7/2 7/31	13 18	6/29-7/2 7/27-8/1
天津宝坻 Baodi, Tianjin	6/21-8/10	384	1.3 : 1	7/4 7/19	33 33	6/29-7/4 7/18-7/24
北京顺义 Shunyi, Beijing	6/20-8/10	878	—	7/5 7/26	248 146	6/21-7/9 7/25-8/2
辽宁彰武 Zhangwu, Liaoning	6/21-8/10	6	1 : 2	7/19	2	无 No
内蒙古科尔沁 Kerqin, Neimonggu	6/21-8/10	12	1.4 : 1	7/16	4	不明显 Not obvious
吉林长岭 Changling, Jilin	6/21-8/10	111	1.3 : 1	7/15	22	7/15-7/19
黑龙江双城 Shuangcheng, Heilongjiang	6/28-8/10	19	1 : 2.2	7/21	9	不明显 Not obvious

山西万荣 7 月 1—7 日和 15—24 日、黑龙江双城 7 月 2—10 日缺测。

Wanrong of Shanxi 7/1-7 and 7/15-24, Shuangcheng of Heilongjiang no data.

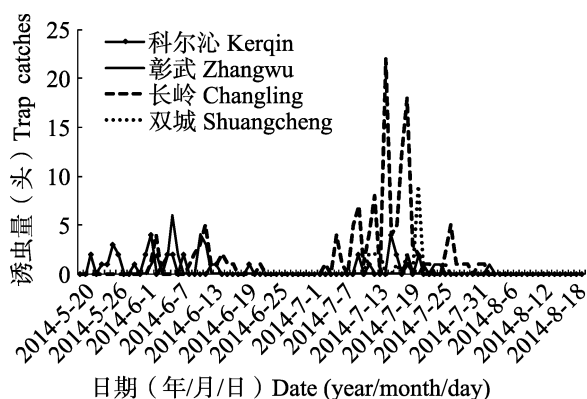


图 2 东北地区 1 至 3 代成虫发生动态

Fig. 2 Moth dynamics of the armyworm, *Mythimna separate* from 1st to 3rd generation in northeast China

岭和黑龙江双城在 7 月 15 日和 21 日见到虫量分别为 22 头和 9 头的虫峰, 两地虫量为全年最高值。

2.4 3 代成虫

8 月中旬至 10 月底山东长岛和莱州、山西万荣、河北滦县、天津宝坻、北京顺义、辽宁彰武、内蒙古科尔沁、吉林长岭和黑龙江双城继续监测了黄淮、华北和东北地区 3 代粘虫成虫发生动态 (表 5, 图 1, 图 2)。其中, 3 代成虫在东北见虫量极低, 内蒙古科尔沁、黑龙江双城和吉林长岭分别在 7 月 21 日、7 月 26 日、8 月 2 日诱到 1~2 头虫后再未见虫, 辽宁彰武在连续 21 d 未见虫后的 8 月 25 日偶见 2 头虫。华北和黄淮地区维持了 2 代的发生态势, 累计诱虫量仍以河北滦县最高, 达 8 185 头; 山东长岛为 2 348 头, 山西万荣和山东莱州分别为 410 头和 143 头, 天

表 5 3 至 4 代成虫诱测时间和数量
Table 5 Observation time and number of 3rd and 4th generation adult

观测点 Site	观测时间 (月/日) Observation time (month/day)	累计虫量 (头) Total number (heads)	雌雄比 ♀ : ♂	峰日 (头) Peak day (month/day)	峰日虫量 (头) Number of the peak day (heads)	盛发期 (月/日) Peak time (month/day)	终见日 (月/日) The latest day (month/day)
北京顺义 Shunyi, Beijing	8/11-10/3	14	—	9/7	3	不明显 Not obvious	9/25
天津宝坻 Baodi, Tianjin	8/11-9/29	41	1 : 2.4	8/30	17	不明显 Not obvious	9/22
河北滦县 Luanxian, Hebei	8/11-9/30	8 185	1 : 4.2	8/29 9/6 9/17	2 635 776 70	8/27-9/7	—
山西万荣 Wanrong, Shanxi	8/11-10/30	410	1.4 : 1	8/13	36	8/11-17	10/10
山东长岛 Changdao, Shandong	8/11-10/30	2 348	1.3 : 1	9/16	1 026	9/8-18	10/26
山东莱州 Laizhou, Shangdong	8/11-9/19	143	—	9/6	27	不明显 Not obvious	—
江苏东台 Dongtai, Jiangsu	8/1-10/21	2	1 : 1	8/1	2	(无) No	8/1
上海奉贤 Fengxian, Shanghai	8/1-9/30	52	1 : 4.8	8/28	10	8/25-9/4	—
浙江象山 Xiangshan, Zhejiang	8/1-10/31	4	4 : 0	无 No	—	无 No	—
湖南芷江 Zhijiang, Hunan	9/1-10/31	1 101	—	9/19	273	9/17-9/30	—
福建霞浦 Xiapu, Fujian	9/1-10/31	108	—	9/15, 27	8	不明显 Not obvious	—

津宝坻为 41 头。山西万荣 8 月 11—17 日为盛发期, 8 月 13 日出现虫量为 36 头的高峰日; 河北滦县 8 月 27 日至 9 月 7 日为百头以上的盛发期, 中间出现多个峰日, 其中 8 月 29 日峰值达 2 635 头, 为 2014 年各观测点单日最高值; 山东长岛盛发期在 9 月 8—18 日, 9 月 16 日为高峰日, 诱虫量达 1 026 头, 为该观测点全年单日最高值。

江苏东台、上海奉贤、浙江象山于 8—9 月份监测了当地 3 代成虫发生情况 (表 5), 上海奉贤累计诱虫 52 头, 于 8 月 28 日诱到最高值的 10 头, 8 月 25 日至 9 月 4 日见相对集中的盛期; 其他两点仅见 2 头和 4 头虫。

2.5 4 代成虫

10 月份, 浙江象山仅于 15—16 日诱到 1 头虫, 江苏东台未见虫。湖南芷江和福建霞浦于 9

—10 月份监测了 4 代成虫发生动态 (表 5), 湖南芷江累计诱虫量为 1 101 头, 9 月 17—30 日为盛发期, 9 月 19 日峰日虫量为 273 头 (图 3);

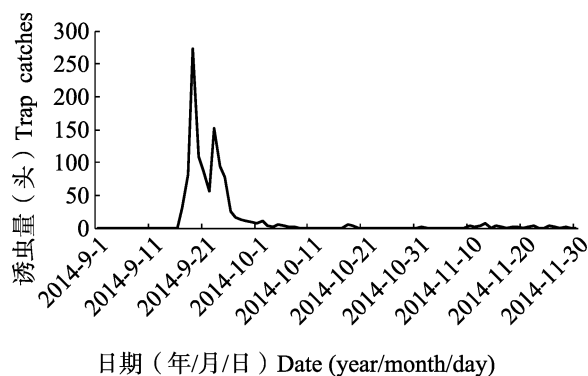


图 3 湖南芷江 4 代成虫发生动态

Fig. 3 Moth dynamics of the armyworm, *Mythimna separate* of 4th generation in Hunan Zhijiang

福建霞浦累计诱虫 108 头, 9 月 15 日和 27 日最高虫量为 8 头, 盛期不明显 (图 4)。

2.6 5 代和 6 代成虫

湖南芷江、福建霞浦、江西万安、广西宜州和广东蕉岭于 11 月至翌年 2 月份监测了冬季南方粘虫成虫发生情况 (表 6, 图 4)。11 月份, 江西万安累计诱虫量为 191 头, 11 月 11—29 日为发生盛期, 11 月 12 日峰日虫量为 26 头; 湖

南芷江、福建霞浦分别为 52 头和 65 头, 峰日虫量不足 10 头; 广东蕉岭仅有 8 头, 无峰日。12 月至 2015 年 2 月份诱虫量, 湖南芷江为 0, 福建霞浦、广东蕉岭为 8~9 头, 江西万安、广西宜州分别诱虫 22 头和 52 头, 广西宜州 2 月 10 日峰日虫量为 12 头。可见, 湖南芷江 (北纬 27.45°) 冬季未见虫, 其以南地区见虫, 虫量低, 虫峰不明显。

表 6 江南华南地区 5 至 6 代成虫诱测时间和数量
Table 6 Observation time and number of 5th and 6th generation adult

观测点 Site	观测时间 (月/日) Observation time (month/day)	累计虫量 (头) Total number (heads)	雌雄比 ♀:♂	峰日 (月/日) Peak day (month/day)	峰日虫量 (头) Number of the peak day (heads)	盛发期 (月/日) Peak time (month/day)
湖南芷江 Zhijiang, Hunan	11/1-2/28	52	—	11/13	7	不明显 Not obvious
福建霞浦 Xiapu, Fujian	11/1-2/28	74	—	11/20	5	不明显 Not obvious
江西万安 Wanan, Jiangxi	11/1-2/28	213	1:1.8	11/12	26	11/11-29
广西宜州 Yizhou, Guangxi	1/13-2/28	52	—	2/10	12	1/14-25
广东蕉岭 Jiaoling, Guangdong	11/1-2/28	16	1.7:1	11/23	2	不明显 Not obvious

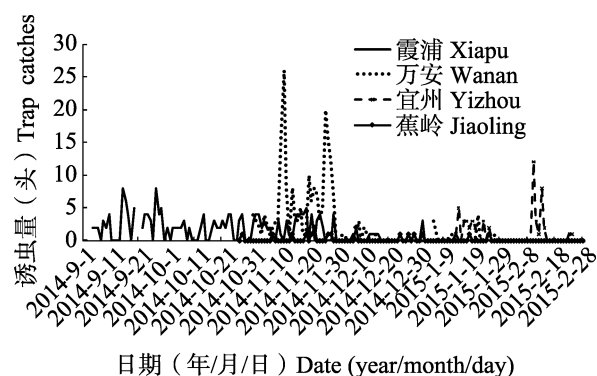


图 4 江南华南地区 5 至 6 代成虫发生动态
Fig. 4 Moth dynamics of the armyworm, *Mythimna separate* from 5th to 6th generation in southern China area

3 结论与讨论

3.1 高空测报灯诱测数据反映了粘虫各代次发生时间规律

2014 年利用高空测报灯较为系统地监测了

我国粘虫在观测区域内周年北迁南回种群动态。其中, 越冬代成虫在 3 月下旬至 4 月中旬在长江中下游地区发生, 由于 3 个观测点于 4 月底或 5 月初关灯, 当地 1 代成虫羽化期缺测, 但 5 月末至 6 月中旬依次在黄淮、华北和东北地区见迁入的 1 代成虫; 2 代成虫在 7 月中旬至 8 月初在黄淮、华北和东北地区发生; 3 代成虫在华北和黄淮地区发生, 东北地区几乎未发生 3 代成虫, 长江中下游监测到南回的 3 代成虫; 3 代成虫盛发期差异大, 黄淮地区早的 (山西万荣) 在 8 月中旬, 晚的 (山东长岛) 在 9 月上中旬 (南回过境的), 华北地区在 8 月下旬末至 9 月上旬, 长江中下游地区迁入峰与华北地区盛发期一致; 4 代在长江中下游地区发生量低, 江南和华南地区发生 4 代成虫, 江南地区盛发期在 9 月中旬后期至下旬, 华南地区盛期不明显; 5 代成虫在江南和华南地区发生, 江西万安 11 月中下旬为发生盛

期,其他地区盛期不明显;6代成虫2015年1月中下旬,主要在江南南部和华南地区发生。

3.2 高空测报灯诱测数据反映了粘虫种群数量变动规律

全年各观测点各代次发生量,以越冬代成虫虫量较大,其中江苏东台发生量为全年各观测点各代诱测量的最高值,这给1代幼虫发生提供了充足的虫源基数,从而造成2014年1代发生较重,尽管发生面积比上年略有减少,造成损失却增加23.1%。1代成虫在黄淮、华北和东北地区发生,以黄淮地区迁入量较大,华东地区次之,东北地区迁入量小,三地区数量有近10倍的差异,三地区内不同观测点发生量较为接近。2代成虫在华北部分地区(河北滦县)虫量最大,黄淮地区次之,东北地区发生量仍较低。黄淮和华北地区1代和2代诱虫量大,从而造成此区域2代和3代幼虫发生相对普遍、部分地区虫量高。3代成虫在华北和黄淮地区维持了2代种群的发生态势,河北滦县的诱虫量接近江苏东台越冬代的数量,为当地全年最高值,但东北地区几乎未发生3代成虫。4代成虫在湖南芷江量较高,其他江南和华南地区发生数量低;5至6代在江南和华南发生量普遍维持在较低水平。

3.3 高空测报灯诱测数据基本反映出区域间种群数量相关性

从以上结果分析粘虫成虫发生数量和发生时间可反映出地区间种群变动的相关性,尤其是越冬代至3代数量的突增突减表现最为明显,黄淮、华北和东北地区峰日的一致性,说明粘虫具有的远距离迁飞能力可达到上述区域,由此可通过连续多年观测数据的积累,为区域间相关性的深入分析提供重要素材,进一步揭示大区域种群变动规律,为做好精准预报、提高预报质量提供技术支撑。本次试验每个省份仅设1~2个观测点,观测区域和范围有限,有丢失一些发生重点信息的可能,有待于进一步扩充观测点和观测范围,获取更为全面的数据资料。另外灯具诱测效果尽管已远远高于黑光灯,但由于系统观测工作

量大,灯具设置数量会受到限制,因此如何合理高效地布置灯具有待于今后继续研究和探索。

3.4 高空测报灯诱测数据反映出与种群数量变动关系密切的因子有待探讨

昆虫具有较强的种群自我调节能力,遇适宜环境种群数量可快速增长,环境不利则减少繁殖以期保持其种群,而具有较高比例的雌虫是昆虫种群增长的根本保证,这一特点在本次部分地区的监测数据中得到体现。从总体结果看,越冬代成虫雄虫量多于雌虫;1代和2代,诱虫量较大的河北滦县和山东长岛雌雄比在2:1以上,河北滦县一代成虫达4.5:1;吉林长岭1代雌雄比为1.8:1,而东北地区的其他3个观测点1代和2代雄虫量高于雌虫。3代至6代雄虫比例大,或雌雄比例接近。推测是粘虫在遇适宜环境种群增大的一种本能,而遇不利环境(寄主营养或气候条件),雄虫比例高,是否是雄虫比雌虫具有更强的抵御外界环境能力或强的迁飞能力,有待于进一步研究。在以后的观测中需要在峰期进行雌蛾卵巢解剖以明确其发育级别,并及时进行田间卵虫量调查,探索出指导虫情预报的重要参数,以便做到准确预报、指导适期防治。另外西南地区的粘虫发生动态规律由于受观测资料的限制,本文未做系统分析。

致谢:各观测点植保站技术人员、中国农科院植物保护研究所所长岛雷达观测站和栾城县观测站承担灯具监测任务,一并表示感谢!

参考文献 (References)

- Chen RL, 1990. Migration model of the armyworm // Lin CS (ed.). *The Physiological Ecology of Armyworm*. Beijing: Beijing University Press. 322-335. [陈瑞鹿. 1990. 粘虫迁飞的模式//林昌善主编. 粘虫生理生态学. 北京:北京大学出版社. 322-335.]
- Feng HQ, 2003. Community aloft and radar observation of seasonal migration of insects in northern China. Ph.D. dissertation. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences. [封洪强, 2003. 华北地区空中昆虫群落及昆虫季节性迁移的雷达观测. 博士学位论文. 北京:中国农业科学院.]

- Jiang YY, Li CG, Zeng J, Liu J, 2014. Population dynamics of the armyworm in China: A review of the past 60 years' research. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 41(4): 890–898. [姜玉英, 李春广, 曾娟, 刘杰, 2014. 我国粘虫发生概况: 60 年回顾. *应用昆虫学报*, 41(4): 890–898.]
- Jiang XF, Zhang L, Cheng YX, Luo LZ, 2014. Novel features, occurrence trends and economic impact of the oriental armyworm, *Mythimna separata* (Walker) in China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(6): 1444–1449. [江幸福, 张蕾, 程云霞, 罗礼智, 2014. 我国粘虫发生危害新特点及趋势分析. *应用昆虫学报*, 51(6): 1444–1449.]
- Jiang YY, Zeng J, Ren BZ, Zhang SM, Jin XH, Zhao ZH, Liu J, 2013. National control measure and issue and advice of third-generation armyworm in 2013. *China Plant Protection*, 33(6): 64–68. [姜玉英, 曾娟, 任宝珍, 张书敏, 金晓华, 赵中华, 刘杰, 2013. 2012 全国三代粘虫防控对策和问题建议. *中国植保导刊*, 33(6): 64–68.]
- Jiang YY, Qu XF, Xia B, Zeng J, 2009. Rules for investigation and forecast of the armyworm [*Pseudaletia (Mythimna) separata* Walker] (GB/T 15798–2009). [姜玉英, 屈西峰, 夏冰, 曾娟, 2009. 粘虫测报调查规范(GB/T 15798–2009). 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局中国国家标准化管理委员会.]
- Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, 1979. *Crop Pests in China*. Beijing: China Agriculture Press. 697–720. [中国农业科学院植物保护研究所, 1979. 中国农作物病虫害(上册). 北京: 中国农业出版社. 697–720.]
- Li GB, Wang HX, Hu WX, 1964. The armyworm seasonal migration damage hypothesis and marker recovery test. *Journal of Plant Protection*, 3(2): 101–109. [李光博, 王恒祥, 胡文绣, 1964. 粘虫季节性迁飞为害假说及标记回收试验. *植物保护学报*, 3(2): 101–109.]
- Zeng J, Jiang YY, Liu J, 2013. Analysis of the armyworm outbreak in 2012 and suggestions of monitoring and forecasting. *Plant Protection*, 39(2): 117–121. [曾娟, 姜玉英, 刘杰, 2013. 2012 年粘虫暴发特点分析与监测预警建议. *植物保护*, 39(2): 117–121.]
- Zhang YH, 2008. Radar observation and population analysis of migratory insects in north and northeast of China. Ph.D. dissertation. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences. [张云慧, 2008. 东北与华北地区迁飞昆虫的垂直昆虫雷达监测与虫源分析. 博士学位论文. 北京: 中国农业科学院.]