武汉地区甜菜夜蛾发生动态与气象因子关系初探

杨文刚[1*]， 周利琳[2]， 孟翠丽[1]， 陈 鑫[1]， 望 勇[2]， 司升云[2]

(1. 武汉农业气象试验站，武汉 430040；2. 武汉市蔬菜科学研究所，武汉 430065)

摘要 采用性诱法、灯诱法及田间调查法对2009－2010年武汉地区甜菜夜蛾成虫、幼虫开展动态监测，结果表明：武汉地区甜菜夜蛾成虫、幼虫主高峰出现在8－10月。根据同时期逐日的气象数据，探讨了武汉地区甜菜夜蛾越冬及成虫高峰日前期气象条件。甜菜夜蛾在武汉越冬虫源存活率低，高温少雨日照多有利于甜菜夜蛾成虫暴发。本研究为进一步探讨甜菜夜蛾在全国范围内迁飞和种群消长提供支撑，为实现基于气象预报的甜菜夜蛾发生测报奠定基础。

关键词 甜菜夜蛾； 气象因子； 武汉

中图分类号： S 433.4 **文献标识码：** A **DOI：** 10.3969/j.issn.0529－1542.2016.06.030

Preliminary study on the relationship between the population dynamics of *Spodoptera exigua* and the main meteorological condition in Wuhan area

Yang Wengang[1]， Zhou Lilin[2]， Meng Cuili[1]， Chen Xin[1]， Wang Yong[2]， Si Shengyun[2]

(1. *Wuhan National Agro-meteorology Station*, *Wuhan* 430040, *China*;
2. *Wuhan Institute of Vegetable Sciences*, *Wuhan* 430065, *China*)

Abstract The population dynamics of *Spodoptera exigua* adults and larvae from 2009 to 2010 in Wuhan area were monitored with synthetic sex pheromone lures, multi-frequency vibration-killing lamps, and field investigation method. The results showed that the peak of both *S. exigua* adults and larvae appeared from August to October. The daily meteorological data were used to analyze the meteorological conditions during the overwintering period and the pre-peak period of *S. exigua* adult. The results showed that the survival rate of overwintering *S. exigua* was very low. The high temperature, less rainfall and rich sunlight were beneficial to *S. exigua* adult outbreak. This study provides a strong support to advance research of the diffusion and migration of *S. exigua* adult in nationwide, and lays a foundation for monitoring and forecasting of *S. exigua* based on meteorological grade prediction.

Key words *Spodoptera exigua*； meteorological factor； Wuhan

甜菜夜蛾[*Spodoptera exigua*(Hübner)]俗称贪夜蛾，是一种世界性分布的多食性农业害虫[1]。20世纪90年代以来，在我国南方和长江流域连续多年暴发成灾[1]。受甜菜夜蛾为害的寄主作物一般减产10%～20%，严重的达30%～50%，少数作物甚至绝收[2]。国内外学者对甜菜夜蛾的发生规律及生物学特性进行了研究，如戴率善等[3]对徐州地区甜菜夜蛾发生规律进行了初步研究，翁启勇等[4]对福建漳州地区甜菜夜蛾发生规律及其防治对策进行了研究。Wakamura 等[5]研究发现甜菜夜蛾在25℃、L//D=14 h//10 h的室内条件下，成虫在灭灯后5～7 h后开始交配。Ali 等[6]分析表明，在15～36℃之间甜菜夜蛾在3种饲料上的发育速率呈线性增长，36℃以上高温则抑制其各虫态的生长发育。宋月芹等[7]研究表明甜菜夜蛾幼虫存活率及保护酶活性与温度密切相关。徐金汉等[8]阐明了不同温湿组合对甜菜夜蛾各虫态生长发育和繁殖力有明显的影响。甜菜夜蛾的生长发育、越冬、迁飞等与气象条件密切相关，目前尚缺乏武汉地区甜菜夜蛾田间种群动态与自然气象因子相关的研究报道。本文采用性诱法、灯诱法及田间调查方法分别对2009－2010年武汉地区甜菜夜蛾成虫与幼虫开展动态监测，选用同时期的逐日气象数据，探讨了武汉地区是否适合甜菜夜蛾越冬，采用积温推算其发育历期，初步分

收稿日期： 2015－12－10 **修订日期：** 2016－01－13
基金项目： 湖北省气象局科技发展基金重点项目(2015Z04)
* 通信作者 E-mail:215562898@qq.com

析了甜菜夜蛾成虫高峰日前期气象条件，以期为进一步探讨甜菜夜蛾在全国范围内的扩散和迁飞规律提供数据支撑，为实现基于气象预报的甜菜夜蛾发生、发展气象适宜度等级预报奠定基础，为甜菜夜蛾的测报和防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 性诱法

诱捕器选用宁波纽康生物有限公司生产的通用型诱捕器。诱芯选用宁波纽康生物有限公司生产的PVC基质缓释长效诱芯(测报型)，诱芯生产日期分别为2009年2月20日、2010年2月6日，保质期均为18个月。监测时间：2009年4月9日至12月31日，2010年1月1日至12月21日。监测方法：监测点选择武汉市黄陂区武湖蔬菜生产基地，武湖蔬菜基地种植面积约4.33 hm^2，包括露地区面积2.67 hm^2、温室大棚设施区1.67 hm^2，全年种植的蔬菜种类很多，春季以花椰菜、甘蓝、菠菜、生菜、莴苣、韭菜、苋菜、辣椒、空心菜、小白菜等为主；夏季以甘蓝、小白菜、黄瓜、番茄、辣椒、豇豆、菜豆、丝瓜、茄子、苦瓜、毛豆等为主；秋季以菜心、小白菜、苋菜、芥菜、甘蓝、萝卜、冬瓜、番茄、辣椒、黄瓜等为主；冬季以甘蓝、花椰菜、大白菜、白萝卜、胡萝卜、豌豆、菠菜、生菜、蒜、葱、藜蒿、茼蒿等为主。各类蔬菜均按常规种植。监测点设置3只诱捕器，呈等腰三角形放置，每诱捕器中放1枚蓝色诱芯，每两个诱捕器间距为50 m以上，诱捕器放置高度以超出蔬菜作物20 cm为宜，或悬挂在1 m高的竹竿上，并注意添换肥皂水。每天早晨调查诱捕到的成虫数，并将统计后的成虫去除。2009、2010年甜菜夜蛾中等程度发生。

1.2 灯诱法

诱集灯选用河南佳多虫情测报灯，型号JDA0-Ⅲ光控型，整灯功率≤35 W，固定灯座的水泥台离地面高度0.5 m，灯管离地面高度大约1.7 m。灯光颜色为蓝紫色，主波长365 nm。诱集害虫撞击面积≥15 m^2。监测时间：2009年9月21日至12月31日，2010年4月20至12月16日。监测方法：安装于武汉市蔬菜科学研究所武湖基地，蔬菜生产基地空旷、便于进出调查，周边无干扰光源。在甜菜夜蛾发生期内，每日检查灯下成虫数量。

1.3 幼虫调查法

选择甘蓝寄主，品种主要有‘京丰1号’、‘夏光’、‘黑叶小平头’、‘争春’、‘寒光’、‘鸡心包’、‘牛心包’等，株行距均按常规种植。从监测到成虫后开始，每5 d调查1次，直至成虫监测结束为止。调查地块面积667 m^2，不施任何农药。采用棋盘式10点取样法，苗期每点调查10株，共调查100株，成株期每点调查5株，共调查50株，在清晨(或傍晚)调查幼虫数。

1.4 气象资料

气象资料选用武汉市2009—2010年逐日日平均气温、日最高气温、降水量、相对湿度、日照时数数据。

2 结果与分析

2.1 甜菜夜蛾发生规律

2.1.1 甜菜夜蛾成虫发生动态

采用性诱法，2009年5月11日开始诱捕到甜菜夜蛾成虫，但5月份成虫数量很少，至6月下旬达到第一个小高峰，6月平均每个诱捕器诱捕虫量为162头。7月诱捕到成虫量较6月有所增多，为212头。8月上旬诱捕到的成虫数量迅速增加，达到主高峰期(351头)，随后诱捕到的成虫数量总体呈减少趋势。8月、9月、10月平均每个诱捕器诱捕到的甜菜夜蛾成虫数量分别为860、436、391头，为2009年甜菜夜蛾成虫数量最多的时段。11月上旬诱捕到的成虫总数量为105头，11月中旬开始甜菜夜蛾诱捕总量迅速减少，11月中旬至12月下旬各旬每个诱捕器诱捕到的成虫总数量均小于3头(图1)。

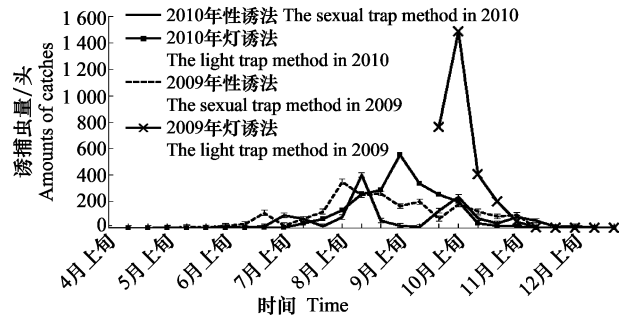

图1 2009—2010年武汉市甜菜夜蛾成虫诱捕量消长变化图

Fig. 1 The variation of trapped population of *Spodoptera exigua* adult during 2009—2010 in Wuhan

采用灯诱法，2009年9月下旬诱捕到的甜菜夜蛾成虫总量为763头，10月上旬迅速增加到1 488头，其中10月1日为高峰日，当日诱捕成虫总量为216头，10月中旬开始诱捕到的甜菜夜蛾总量不断

减少。灯诱法与性诱法在同一时段的变化趋势完全一致，其相关系数为 0.793，通过显著性水平为 0.01 的显著性检验(图 1)。

2010 年性诱法从 4 月 10 日开始诱捕到成虫，较 2009 年提前一个月，但 4－6 月成虫数量极少。7 月上旬诱捕到的成虫数量明显增加，至 7 月 9 日出现第一个小高峰，但晚于 2009 年，当日平均每个诱捕器诱捕虫量达 18 头。7 月上旬的诱捕成虫总数量为 96 头，8 月中旬诱捕到的成虫数量迅速增加，达到主高峰期(401 头)，8 月诱捕到的甜菜夜蛾成虫数量为 538 头，9 月诱捕到的成虫总数量明显减少，为 159 头。9 月下旬较前两旬诱捕到成虫数量增加，至 10 月上旬又一次达到一个峰值，随后诱捕到的成虫总数量总体呈减少趋势。10－12 月诱捕到的成虫总数量分别为 347、145、20 头。2010 年甜菜夜蛾成虫高峰出现 8 月、10 月，较 2009 年发生量偏低，但发生期偏长。

2010 年采用灯诱法，至 6 月 3 日开始诱捕到成虫，6 月上旬至 7 月上旬诱捕到的虫量非常少，7 月下旬开始增加，至 9 月上旬达到最高峰，随后开始减少，10 月中旬诱捕到的甜菜夜蛾成虫数量明显减少。

两年结果显示，性诱法与灯诱法在发生量、发生时期都表现出较为一致的趋势，高发时期均为 8 月上旬至 10 月上旬，但性诱法曲线呈波动多峰型，灯诱法呈单峰型。

2.1.2 幼虫动态变化规律

由于甜菜夜蛾寄主很多，本研究仅选取具有代表性的寄主甘蓝调查幼虫发生动态。2009 年武汉市最早于 7 月 7 日发现甜菜夜蛾幼虫，年内有两个发生高峰，分别在 8 月中旬及 10 月中旬，虫口密度约为 512 头/百株和 266 头/百株，其中 8 月中旬为主高峰期。2010 年武汉市最早于 5 月 25 日出现，与成虫监测较为一致。年内幼虫有 3 个发生高峰，分别在 8 月上旬、9 月上中旬、10 月下旬。虫口密度约为 456、170～180、80 头/百株。其中 8 月上旬为主高峰期。

2.2 甜菜夜蛾发生规律与气象因子的关系

2.2.1 甜菜夜蛾在武汉的越冬气候条件分析

江幸福等[9]的研究表明，蛹是甜菜夜蛾最可能的越冬虫态。甜菜夜蛾蛹在 5℃低温下持续 16.2 d 后死亡率可达 50%，持续 29.4 d 死亡率达 90%；在 0℃低温下持续 2 d 后死亡率可达 50%，持续 5.8 d 死亡率达 90%。因此当年的越冬虫源基数与冬季的气温密切相关。由表 1 可见，武汉市仅在 2008 年 12 月 22 日、2009 年 1 月 13、19 日出现低于 0℃的天气，未出现日均温连续低于 0℃情况。2008 年 12 月至 2009 年 2 月低于 5℃的天数为 38 d，其中连续低于 5℃的日数为 21 d，出现在 2008 年 12 月 27 日－2009 年 1 月 16 日。武汉市 2010 年 1 月、2 月日均温连续低于 0℃的日数分别为 2、4 d，2009 年 12 月至 2010 年 2 月低于 5℃的天数为 45 d，其中连续低于 5℃的日数为 14 d，出现在 2010 年 1 月 4 日－1 月 17 日。由此推断 2009 年、2010 年武汉甜菜夜蛾越冬虫源有一定存活，但存活率低于 50%，且 2010 年存活率较 2009 年低。

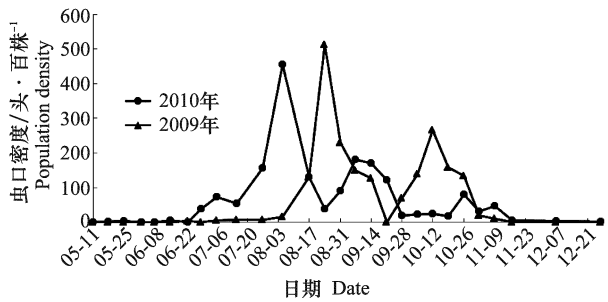

图 2　2009－2010 年武湖蔬菜基地甘蓝上甜菜夜蛾幼虫的动态变化

Fig. 2　The dynamical change of the population density of *Spodoptera exigua* larvae during 2009－2010 at Wuhu vegetable base

表 1　武汉市 2009－2010 年甜菜夜蛾越冬气温条件

Table 1　The temperature conditions during the overwintering period of *Spodoptera exigua* in Wuhan during 2009－2010

时间 Time		月(季)均温/℃ Monthly (seasonal) mean temperature	<0℃天数/d Days with the temperature below 0℃	连续<0℃天数/d The continuous days with the temperature below 0℃	<5℃天数/d Days with the temperature below 5℃	连续<5℃天数/d The continuous days with the temperature below 5℃
2009 年	上年度 12 月份 December of prior year	6.4	1	无	12	5
	1 月份 January	3.6	2	无	21	16
	2 月份 February	8.3	0	无	5	3
	冬季 Winter	6	3	无	38	19

续表 1 Table 1(Continued)

时间 Time		月(季)均温/℃ Monthly (seasonal) mean temperature	<0℃天数/d Days with the temperature below 0℃	连续<0℃天数/d The continuous days with the temperature below 0℃	<5℃天数/d Days with the temperature below 5℃	连续<5℃天数/d The continuous days with the temperature below 5℃
2010 年	上年度 12 月份 December of prior year	5	0	无	14	9
	1 月份 January	4.5	2	2	21	14
	2 月份 February	7	4	4	10	9
	冬季 Winter	5.5	6	4	45	14

2.2.2 积温推算甜菜夜蛾世代发育期

根据韩兰芝等[1,10]对甜菜夜蛾各虫态的发育起点温度和有效积温的研究结果表明，甜菜夜蛾全世代有效积温为 265.6 日·度。其中卵、幼虫、蛹、产卵前期的发育起点温度分别为 13.73、15.68、15.09、12.83℃，有效积温分别为 37.9、126.3、73.8、29.2 日·度。李淑清[11]研究表明连续的降水将导致预蛹期延长。薛敏生等[12]认为土壤湿度大，影响蛹的成活和正常羽化。因此理论上可根据积温推算各世代发育时间，并在推算时根据降雨实况对发育期做适当后延，依据武汉市气象资料推算结果见表 2。

根据理论推算，甜菜夜蛾在武汉地区每年可发生 5～6 代，第 6 代为不完全代，从第 3 代开始世代重叠。上述研究表明，甜菜夜蛾在武汉地区有可能越冬。积温推算首次诱捕到成虫的时间 2009 年为 5 月 1 日，2010 年为 5 月 12 日。实际诱捕到成虫得时间分别 2009 年 5 月 11 日、2010 年 4 月 10 日。2010 年诱捕到成虫的时间较理论推算早一个多月，可能有外地虫源或保护地虫源所致。由下表可见，武汉市甜菜夜蛾发生为害最重的代次为 4～5 代。甜菜夜蛾第 1 代的发育历期较长，2～4 代由于气温升高，发育历期明显缩短，第 5 代由于天气转凉，发育历期延长。表 3 发育历期时间与薛敏生、赵传东等[12-13]对甜菜夜蛾实际调查的发育历期中各虫态日数近似，经咨询专家，理论世代数与武汉甜菜夜蛾实际发生情况基本吻合。

表 2 积温法推算甜菜夜蛾发育历期

Table 2 The development period of *Spodoptera exigua* based on the accumulated temperature calculations

年份 Year	代数 Generation	卵 Egg		幼虫 Larva		蛹 Pupa		产卵前期 Pre-oviposition period	
		起止日期/月-日 Starting-ending date	日数 Days	起止日期/月-日 Starting-ending date	日数 Days	起止日期/月-日 Starting-ending date	日数 Days	起止日期/月-日 Starting-ending date	日数 Days
2009	越冬代 Overwintering generation	—	—	—	—	04-07—04-26	20	04-27—05-01	5
	1	05-02—05-07	6	05-08—05-30	23	05-31—06-07	8	06-08—06-12	5
	2	06-13—06-15	3	06-16—06-25	10	06-26—07-04	9	07-05—07-07	3
	3	07-08—07-10	3	07-11—07-19	9	07-20—07-26	7	07-27—07-30	4
	4	07-31—08-02	3	08-03—08-13	11	08-14—08-19	6	08-20—08-21	2
	5	08-22—08-24	3	08-25—09-06	13	09-07—09-15	9	09-16—09-20	5
	6	09-21—09-25	5	09-26—10-16	21	-	-	-	-
2010	越冬代 Overwintering generation	—	—	—	—	04-18—05-06	19	05-07—05-12	6
	1	05-13—05-18	6	05-19—06-05	18	06-06—06-16	11	06-17—06-19	3
	2	06-20—06-22	3	06-23—07-02	10	07-03—07-09	7	07-10—07-13	4
	3	07-14—07-16	3	07-17—07-27	11	07-28—08-01	5	08-02—08-03	2
	4	08-04—08-05	2	08-06—08-14	9	08-15—08-21	7	08-22—08-23	2
	5	08-24—08-28	5	08-29—09-11	14	09-12—09-18	7	09-19—09-20	2
	6	09-21—09-27	7	09-28	-	-	-	-	-

2.2.3 甜菜夜蛾成虫主峰期前期的气象条件分析

2009 年武汉市甜菜夜蛾主峰期出现在 8 月 10 日左右，主峰出现前期的 7 月中旬，气温异常偏高，旬平均最高温度达 35.9℃，旬降雨量及降雨日数均

为 0，日照偏多，相对湿度在 80％以下；7 月下旬、8 月上旬气温较常年平均值偏低，但旬平均气温在 27～28℃之间，适宜甜菜夜蛾各虫态的生长发育。7 月下旬降雨量 62.3 mm，雨日为 5 d，较常年同期略偏多，日照偏少。8 月上旬降雨量和雨日均为 0，日照正常，相对湿度较上一旬略有下降。

2010 年武汉市甜菜夜蛾主峰期出现在 8 月 16 日左右，主峰出现前期 7 月下旬，气温接近常年同期，旬降雨量较常年同期偏多 2 成，旬雨日为 4 d，旬日照时数正常。8 月上旬，气温明显升高，旬平均最高温度达 35.7℃，降雨量虽然偏多 1 倍以上，但降雨日数仅为 2 d，日照偏多，相对湿度明显下降。8 月中旬气温持续偏高，降雨量仅有 36.3 mm，雨日为 3 d，日照偏多，相对湿度变化不大，低于 85％。

表 3　成虫发生主峰前期气象环境因子

Table 3　The meteorological factors prior to the main occurrence peak of *Spodoptera exigua* adult

年份 Year	旬值 Ten days	最高气温/℃ Maximum temperature	平均气温/℃ Average temperature	相对湿度/％ Relative humidity	降雨量/mm Rainfall	日照/h Sunshine duration	降雨日数/d Rain days	最高气温距平/℃ Maximum temperature anomaly	平均气温距平/℃ Average temperature anomaly	降雨量距平百分率/％ Precipitation anomaly percentage	日照距平/h Sunshine duration anomaly
2009	7 月中旬	35.9	30.9	79.4	0	90.9	0	3.87	2.90	－100	23.8
	7 月下旬	31.4	27.8	86.3	62.3	47.0	5	－1.98	－1.31	53.4	－34.3
	8 月上旬	31.6	27.7	84.9	0	69.0	0	－2.06	－1.63	－100	－10.4
2010	7 月下旬	33.0	29.0	88.7	49.8	71.1	4	－0.35	－0.15	22.7	－10.2
	8 月上旬	35.7	31.0	82.6	86.5	90.3	2	2.02	1.72	124.7	10.9
	8 月中旬	34.2	29.7	83.3	36.3	80.0	3	2.08	1.84	10.0	10.0

3　结论与讨论

武汉市甜菜夜蛾成虫 5－6 月数量较少，但总体呈增加趋势，7 月开始增多，主高峰主要出现在 8 月，随后波动减少，年内 8－10 月为甜菜夜蛾成虫数量最多的时段，11 月开始成虫数量明显减少。2009 年性诱法与灯诱法均在 10 月上旬出现波动小高峰，随后数量呈下降趋势；而 2010 年性诱法呈一个主高峰，多个小高峰的变化规律，灯诱法呈单峰型的特点，这可能与田间寄主作物有关，也与不同试验方法有关，性诱法更具灵敏度及代表性。

武汉市甜菜夜蛾幼虫在甘蓝寄主上每年有 2～3 次发生高峰，主要发生在 8－10 月，其中主高峰出现在 8 月。值得注意的是 2009 年甜菜夜蛾在甘蓝寄主上成虫发生高峰为 8 月上旬，幼虫的发生高峰为 8 月中旬，这与理论推断的第 4 代卵、幼虫发育所需日数相吻合。化学农药防治甜菜夜蛾的最佳时段为 3 龄幼虫期前，因此成虫的发生监测，对幼虫的防治有很好的指导意义。

甜菜夜蛾的越冬、迁飞和各虫态发育历期与气象条件密切相关。武汉甜菜夜蛾越冬虫源有一定存活，但存活率很低。江幸福等[10]根据 1 月份气温将武汉划分为甜菜夜蛾可能越冬区，与本文研究结果一致。但由于近年来武汉市设施农业的迅猛发展，有少量甜菜夜蛾蛹可在大棚内越冬，增加了本地的越冬虫源基数。

对甜菜夜蛾发生高峰前期的气象条件分析表明：有利于甜菜夜蛾暴发的气象条件一是持续高温天气，特别是旬平均最高气温达 35℃以上；二是大部时段旬降雨日数为 0 或者小于 5 d，这与薛敏生等[12]、戴淑慧等[16]的调查结果一致；三是大部时段相对湿度在 85％以下；四是日照正常或偏多。

参考文献

[1] 韩兰芝，翟保平，张孝羲. 不同温度下的甜菜夜蛾实验种群生命表研究[J]. 昆虫学报，2003，46(2)：184－189.

[2] 王瑞明，徐文华，林付根，等. 江苏沿海农区甜菜夜蛾发生特点研究进展[J]. 华东昆虫学报 2007，16(2)：81－86.

[3] 戴率善，李宗冠，李艳红. 徐州地区甜菜夜蛾发生规律的初步研究[J]. 植保技术与推广，2002，22(5)：3－5.

[4] 翁启勇，何玉仙，赵健，等. 甜菜夜蛾发生规律及其防治研究[J]. 华东昆虫学报，2002，11(2)：70－73.

[5] Wakamura S. Mating behavior of beet armyworm moth *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) and influence of delayed mating [J]. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology, 1989, 33(1): 31－33.

[6] Ali A, Gaylor M J. Effects of temperature and larval diet on development of the beet armyworm (Lepidoptera, Noctuidae) [J]. Environmental Entomology, 1992, 21(4): 780－786.

(下转 190 页)

彭丽娟等[17]2015年报道陕西苹果园山楂叶螨各田间种群对哒螨灵产生了13.29～69.63倍的中等至高水平抗性，对阿维菌素，多数田间种群尚处于敏感性下降阶段；本研究监测结果显示，运城种群对哒螨灵的抗性已由低水平抗性升至中等水平抗性，抗性最高达到14.18倍，对阿维菌素的抗性由2013年的1.27倍，上升至2014年的3.07倍和2015年的5.60倍，敏感性也处于下降阶段，虽然两种药剂的整体抗性水平与彭丽娟等2015年报道的结果类似，但由于抗性倍数来自于不同的敏感基线，因此，仍不能比较出不同地区或不同省份的山楂叶螨对同一药剂的抗性水平，如果以彭丽娟等2015年报道中的哒螨灵、阿维菌素基线中LC_{50}为标准，本研究中的运城种群对哒螨灵的抗性则全部为高水平及极高水平抗性，而阿维菌素也处于中等或高水平抗性。王洪涛等[18]2012年监测发现山东省11个地区的苹果全爪螨中有部分地区种群已经对阿维菌素、哒螨灵、炔螨特和三唑锡产生了不同程度的抗药性。

阿维菌素、哒螨灵、三唑锡和炔螨特是近些年来生产上大量使用的杀螨剂，在山西、陕西、山东等苹果产区都有一定的用药历史，长期用药势必导致害螨敏感性下降，抗药性产生。因此，在今后的防治中，加强统一连续性的抗性监测尤为重要，根据抗性监测结果，合理使用各类农药，不仅能延缓害螨的抗药性产生，还能减少农药使用量。

参考文献

[1] 杨春红，孙菲，谢丽霞，等. 山楂叶螨种名订正的建议[J]. 山东农业大学学报(自然科学版)，2015，46(5)：783－784.

[2] 冯明祥. 山楂叶螨的发生与天敌的自然控制[J]. 果树科学，1986(2)：35－38.

[3] 何淑青，王守平，王强. 苹果树山楂叶螨和金纹细蛾的药剂防治试验[J]. 中国植保导刊，2013，33(11)：69－71.

[4] 张昌辉，曹子刚. 山楂红蜘蛛防治研究——Ⅰ. 对有机磷杀螨剂的抗药性测定[J]. 昆虫学报，1966，15(3)：217－226.

[5] 刘芹轩. 山楂红蜘蛛对内吸磷的抗性研究[J]. 昆虫学报，1966，15(2)：114－119.

[6] 冯明祥，逄树春. 山楂叶螨对三氯杀螨醇抗性研究初报[J]. 昆虫知识，1988(4)：215－216.

[7] 杨军玉，刘淑香，胡同乐，等. 2009年全国苹果叶部主要病虫害发生及农药使用情况[J]. 中国植保导刊，2010，30(10)：25－28.

[8] 杨军玉，王树桐，刘淑香，等. 2010年全国苹果园病虫害发生及用药情况调查分析[J]. 北方园艺，2011(20)：140－143.

[9] 杨军玉，王亚南，王晓燕，等. 2011－2012年全国苹果病虫害发生概况和用药情况统计分析[J]. 北方园艺，2013(12)：124－127.

[10] 郑庆伟. 山西省农作物病虫测报站发布今年果树幼果期主要病虫发生趋势预报[J]. 农药市场信息，2015(15)：63.

[11] 唐振华. 昆虫抗药性及其治理[M]. 北京：农业出版社，1993：97－98.

[12] 吴益东，陈松，净新娟，等. 棉铃虫抗药性监测方法——浸叶法敏感毒力基线的建立及其应用[J]. 昆虫学报，2001，44(1)：56－61.

[13] Dittrich V，Cranham E，Jepson L R，et al. Revised method for spider mites and their eggs (e. g. *Tetranychus* spp. and *Panonychus ulmi* Koch)[R]//FAO Plant Production and Protection Paper，1980(21)：49－54.

[14] 沈晋良，吴益东. 棉铃虫抗药性及其治理[M]. 北京：中国农业出版社，1995：25－88.

[15] 刘慧萍. 山楂叶螨和苹果黄蚜抗药性动态及抗性机理研究[D]. 太谷：山西农业大学，2005.

[16] 刘金香，胡美英，韩巨才，等. 山楂叶螨抗药性及混配增效作用[J]. 植物保护学报，2004，31(2)：199－204.

[17] 彭丽娟，左亚运，段辛乐，等. 陕西苹果园山楂叶螨抗药性监测[J]. 应用昆虫学报，2015，52(5)：1174－1180.

[18] 王洪涛，王培松，司树鼎，等. 山东地区不同苹果全爪螨种群对4种杀螨剂的抗药性检测[J]. 果树学报，2012，29(6)：1083－1087.

(责任编辑：杨明丽)

(上接171页)

[7] 宋月芹，孙会忠，仵均祥，等. 不同温度对甜菜夜蛾保护酶活性的影响[J]. 西北农业学报，2009，18(3)：285－288.

[8] 徐金汉，关雄，黄志鹏. 不同温湿度组合对甜菜夜蛾生长发育及繁殖力的影响[J]. 应用生态学报，1999，10(3)：335－337.

[9] 江幸福，罗礼智，李克斌，等. 甜菜夜蛾抗寒与越冬能力研究[J]. 生态学报，2001，21(10)：1575－1581.

[10] 董钧锋，张友军，朱国仁，等. 甜菜夜蛾在四种寄主植物上的生命表参数比较研究[J]. 应用昆虫学报，2012，49(6)：1468－1473.

[11] 李淑清. 甜菜夜蛾的生长发育与温湿度的关系[J]. 华中农业大学学报，2002，21(4)：352－355.

[12] 薛敏生，高九思，李可兴. 影响甜菜夜蛾发生程度的原因及预测模式研究[J]. 现代农业科技，2008(16)：117－118.

[13] 赵传东，褚福宝，杜广明，等. 甜菜夜蛾预测方法研究[J]. 现代农业科技，2010(8)：173－174.

[14] 滕海媛，王冬生，史苹香，等. 不同食物对甜菜夜蛾生长发育参数的影响[J]. 应用昆虫学报，2012，49(6)：1474－1481.

[15] 张娜，郭建英，万方浩，等. 甜菜夜蛾对不同寄主植物的产卵和取食选择[J]. 昆虫学报，2009，52(11)：1229－1235.

[16] 戴淑慧，杨亚萍，林玉群，等. 甜菜夜蛾的发生规律及预测预报初探[J]. 广东农业科学，1999(4)：37－38.

(责任编辑：杨明丽)