向日葵螟成虫种群消长动态和空间分布型*

白全江[1]** 云晓鹏[1] 徐利敏[1] 黄俊霞[2] 杜 磊[1] 曹丽霞[1]

(1.内蒙古农牧业科学院植物保护研究所 呼和浩特 010031;2.内蒙古自治区植保植检站 呼和浩特 010000)

摘 要 为了科学指导应用播期避害、性诱剂诱捕成虫和田间释放天敌昆虫-赤眼蜂防治向日葵螟,确定最佳防治时期和选择最佳防治方法,2009—2011 年,在内蒙古巴彦淖尔市利用向日葵螟 *Homoeosoma nebulellum* (Denis *et* Schiffermüller)性诱剂进行了向日葵螟田间种群动态和空间分布型的研究。结果表明,向日葵螟成虫每年 5 月中旬始见,直到 9 月底,一年有两个明显的成虫蛾峰期,第 1 个蛾峰期出现在 6 月下旬至 7 月上旬,第 2 个蛾峰期在 7 月下旬至 8 月中旬,当地向日葵 1 年受到两代幼虫的危害,而且开花期与向日葵螟两个蛾峰期吻合度越高,向日葵受葵螟幼虫的危害越重;通过应用 5 种聚集度指数测定和 Blackith 种群聚集均数 λ 分析,向日葵螟成虫在田间呈聚集分布,聚集主要由向日葵螟自身行为及环境因素引起。根据成虫动态和空间分布型,可以科学指导应用播期避害、性诱剂诱捕器和释放天敌昆虫的最佳时期及方式。

关键词 向日葵螟, 种群动态, 空间分布, 内蒙古

Population dynamics and spatial distribution pattern of the European sunflower moth, *Homoeosoma nebulella*

BAI Quan-Jiang[1]** YUN Xiao-Peng[1] XU Li-Min[1] HUANG Jun-Xia[2] DU Lei[1] CAO Li-Xia[1]

(1. Plant Protection Institute, Inner Mongolia Academy of Agricultural & Animal Husbandry Sciences, Hohhot 010031, China; 2. Inner Mongolia Plant Protection Station, Hohhot 010000, China)

Abstract We studied the population dynamics and spatial distribution of adult *Homoeosoma nebulella* (Denis *et* Schiffermüller) using pheromone traps in Bayannur, Inner Mongolia from 2009 to 2011. The purpose of the study was to determine the timing of control and the choice of optimal control methods for this species, and to provide a scientific basis for control methods such as adjusting planting date, pheromone trapping and the use of *Trichogramma* wasps in the field. We found that *H. nebulella* adults emerged from mid-July until late September. There were two distinct flight peaks in a year, the first between late June and early July and the second between late July and mid-August. Cultivated sunflowers were damaged by the larvae of two generations, and the degree of damage was closely related to the goodness of fit between flowering period and the moth flight peak. From testing five indices of aggregation and analyzing the value of λ, the distribution of adult sunflower moths in the field showed an aggregated pattern, which resulted mainly from a combination of this moth's biological characteristics and environmental factors. From this, we can make better informed decisions on when to adjust planting dates, use pheromone traps and release *Trichogramma* in the field.

Key words *Homoeosoma nebulellum*, population dynamics, spatial distribution pattern, Inner Mongolia

向日葵螟 *Homoeosoma nebulellum* (Denis *et* Schiffermüller) 又称葵螟,是一种隶属于鳞翅目螟蛾科的害虫,其幼虫食性相对单一,在作物中仅危害向日葵和苘蒿。成虫产卵于筒状花,初孵幼虫取食筒状花和花粉,幼虫从 3 龄开始蛀食籽仁,严重影响葵花籽的产量和品质。国内主要分布于黑龙江(叶家栋和朱秀廷,1965)、吉林(李桓,1981)、新疆(李安金,1983)以及内蒙古(徐利敏等,2008)等地。国内叶家栋和朱秀廷(1965)及李桓(1981)最早对向日葵螟发生危害进行了调查报道,向日

* 资助项目:"国家现代农业产业技术体系建设项目-向日葵产业技术研发中心"(nyctx-21-b01)。

** E-mail: qj_bai@yahoo.com.cn

收稿日期:2012-08-03,接受日期:2013-03-06

葵螟在黑龙江一年发生 1 ~2 代,新疆一年发生 2 ~3 代。2006—2007 年向日葵螟在内蒙古巴彦淖尔市大暴发,发生危害面积占播种面积的 70% 以上,产量损失 30% 左右(张总泽等,2010a)。通过对当地向日葵螟生活史和种群动态研究,初步明确了向日葵螟在巴彦淖尔地区一年发生 2 个世代(张总泽等,2010b)。

在我国,对昆虫空间分布型的研究已经覆盖了多种重要的农林害虫,对于鳞翅目昆虫而言,由于幼虫是为害的主要虫态和防治对象,因此绝大部分对鳞翅目昆虫空间分布型的研究集中于对成虫以前各个虫态(兰星平,1992;宗世祥等,2004;沈斌斌,2005;张志春,2006)。张总泽等(2010c)曾应用 6 种聚集指标测定向日葵螟幼虫的空间分布型,确定其幼虫在田间呈聚集分布。然而对向日葵螟而言,由于幼虫藏身于葵花籽粒内危害,化学农药难以接触虫体发挥药效,同时对传粉昆虫危害较大,所以目前防治措施主要包括调整播期避害,应用性诱剂诱捕器和频振式杀虫灯诱杀成虫以及应用天敌昆虫-赤眼蜂等绿色防治技术,达到防控向日葵螟的目的。上述防治措施主要针对向日葵螟的成虫期和卵期发挥作用,因此,成虫的时间动态及空间分布特征在防治中变得更为重要。本研究通过对向日葵螟成虫进行多年、多点观测,明确了向日葵螟成虫在巴彦淖尔市不同旗县(区)田间不同生态环境条件下动态情况,同时,在国内首次对向日葵螟成虫在田间的空间分布型进行了研究,为向日葵螟预测预报和制定播期避害、放置性诱剂诱捕器和释放天敌昆虫-赤眼蜂选择最佳时期,提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 种群田间消长动态调查

研究于 2009—2011 年在巴彦淖尔市临河区、杭锦后旗、五原县和乌拉特前旗进行,每年 5 月初开始在各旗县(区)分别安放向日葵螟性诱剂诱捕器 4 ~6 个,各诱捕器间距在 100 m 以上。诱捕器为水盆式诱捕器,水盆直径 35 cm,深 15 cm,固定在高 150 cm 左右的木制三脚架上,盆内盛有 0.2% 的洗衣粉水溶液,诱芯由北京中捷四方公司生产,内含 0.5 mg 的向日葵螟性诱剂,诱芯以细铁丝固于盆中央水面上方 1.5 cm 左右。调查时,每天清晨检查并记录各诱捕器内的葵螟数量,清理水盆中的虫体,根据水面高度补充洗衣粉溶液并保持盆内清洁,诱芯 30 d 更换 1 次。对 4 个旗县(区)各诱捕器 4 d 诱蛾累积平均值进行统计,绘制成虫动态图。

另外,2009 年 5 月中旬—8 月下旬在五原县分别选择向日葵、茼蒿和杂草地安放诱捕器,3 块地间隔距离 200 m 左右,每种环境下放置 2 个诱捕器,观测不同生境条件下向日葵螟雄蛾种群动态,并绘制成虫动态图。依据 2009 年临河区向日葵螟成虫动态,结合播期试验,在收获期调查葵盘和籽粒受害率,明确向日葵螟蛾峰期与向日葵开花期吻合度对向日葵危害情况的影响。

1.2 成虫空间分布型

2009 年 7 月 12 日—8 月 30 日向日葵螟成虫发生期,在巴彦淖尔市杭锦后旗、临河区选择连片种植感虫的当地常规品种向日葵地 8 块,每块 8 000 m^2左右,共计 6.4 hm^2。每块样地按照“4 × 5”棋盘式放置 20 个诱捕器,各诱捕器间隔 20 m。隔日调查各诱捕器诱蛾量,最终统计各诱捕器诱蛾总数,利用指数法判断昆虫种群空间分布型(张孝羲和张跃进,2006)。

1.3 统计分析方法

1.3.1 空间分布型测定 统计 3 块样地中各诱捕器的总诱捕量以及每次调查时的平均诱蛾数,根据平均诱捕量计算扩散系数 C、Moore I 指标、Ca 指标、Lloyd m^*/m 指标、负二项分布参数 K 5 种聚集度指标,聚集度指标的计算公式以及判定标准参见张孝羲和张跃进(2006)、潘杰等(2010)的方法。

1.3.2 回归方程检验 将 3 块样地诱捕器调查结果,以每次检查结果为一组,计算种群的平均数 m、方差 V 以及平均拥挤度 m^*,之后采用 Iwao (1968)的 m^*-m 回归分析法以及 Taylor 幂法则等回归分析方法对空间分布型进行判定,回归分析的计算公式参见张孝羲和张跃进(2006)、兰兴平(1997)等的方法。

1.3.3 聚集原因分析 应用 Blackith 种群聚集均数 λ 检验分析聚集的原因,公式为 $\lambda = m\gamma/2k$,式中 k 为负二项分布参数;γ 是当自由度为 $2k$、$\alpha = 0.5$ 时的 χ^2 分布的函数值,当 $2k$ 自由度为非整数时,利用等比例内插法计算 χ^2 的精确值。当 $\lambda < 2$ 时,聚集原因是由于某种环境因素所致;当 $\lambda \geq 2$

时,其聚集原因可能是由于生物本身的聚集行为或由于生物本身的聚集行为与环境的异质性共同作用引起。

2　结果与分析

2.1　田间种群消长动态

2009—2011 年向日葵螟雄蛾田间消长趋势如图 1。由图 1 可见,3 年总体动态基本一致,始发期均在 5 月中旬,一直持续到 9 月底,期间有两个明显蛾峰,越冬代雄蛾峰期在 6 月下旬—7 月上旬,高峰期在 7 月初,一代成虫雄蛾峰期在 8 月中下旬,高峰期略有差异。2009 年和 2010 年越冬代成虫蛾峰值明显高于一代蛾峰值,而且蛾峰期较长;2011 年一代蛾峰值显著高于前两年,分别是 2009 年和 2010 年一代诱蛾量的 1.8 倍和 4.4 倍,而且还高于当年越冬代成虫高峰值。2010 年和 2011 年一代成虫蛾峰期与 2009 年相比有所推迟,蛾高峰分别在 8 月 28 日和 8 月 20 日。

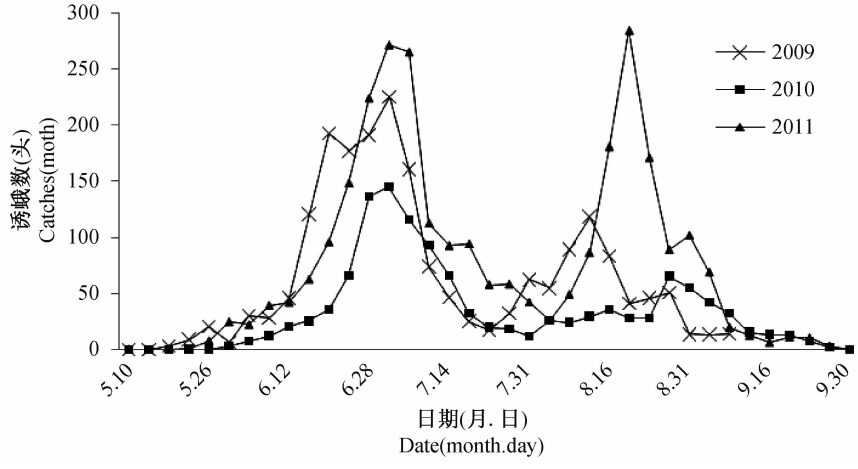

图 1　巴彦淖尔市向日葵螟成虫动态(2009—2011)

Fig. 1　Adult population dynamics of *Homoeosoma nebulella*, Bayannur, 2009 – 2011

2009 年临河区向日葵螟成虫始见于 5 月中旬,到 8 月底前有两次明显蛾峰,由于向日葵螟低龄幼虫在向日葵种子成熟之后即无法蛀入并进一步危害,因此同一片向日葵田每年只会出现一次幼虫危害高峰,本项研究结合了当年向日葵 4 月 30 日至 6 月 14 日 10 个不同播期试验来推测当地幼虫的实际发生世代数。结果表明,各处理播期向日葵开花期集中在 7 月 6 日—8 月 11 日,在此期间开花越早的向日葵,葵盘和籽粒受越冬代成虫即一代幼虫危害越重,其中 5 月 25 日播种,即 7 月 26 日左右开花的向日葵,葵盘和籽粒受害最轻,葵盘受害率仅为 26%,籽粒受害率为 0.3%。但随着花期的进一步推迟,向日葵葵盘受一代成虫即 2 代幼虫的危害再次逐渐加重,其中 6 月 14 日最晚播期,即 8 月 11 日开花的向日葵,葵盘受害率最高,达到 80%,籽粒受害率也较前几个播期相对较重。说明蛾峰期与花期的吻合度越高,向日葵受害越重,同时说明内蒙古自治区西部全年受到两代向日葵螟幼虫的危害(图 2)。

在不同生态环境条件下种群动态结果见图 3,从 5 月中旬—8 月下旬,向日葵、茼蒿和草滩 3 种不同生态环境下,向日葵螟发生时间和蛾峰期基本相同,在 6 月下旬和 8 月上旬有两个明显的蛾峰,而且在 3 种不同环境条件下诱蛾量和蛾峰大致相同,仅仅是第 2 次蛾峰出现时间略有一些差异,蛾峰出现时间依次为茼蒿地、杂草地和向日葵地,其中茼蒿地蛾峰提前 7 d 左右,杂草地较向日葵地提前 4 d 左右。而且,诱蛾量也较向日葵田相对高,向日葵田诱蛾量仅为茼蒿和杂草地的 60% ~70%。其原因可能与向日葵花期已过,而茼蒿属无限花序,花期较长,杂草因种类较多,开花期较长,对向日葵螟有诱集作用。

2.2　向日葵螟的空间分布型

2.2.1　聚集度指数测定　通过分析向日葵螟成虫聚集度指数 5 种计算方法测定结果(表 1)可以看出,在 3 片样地中,$C > 1$, $I > 0$, $Ca > 0$, $m^*/$

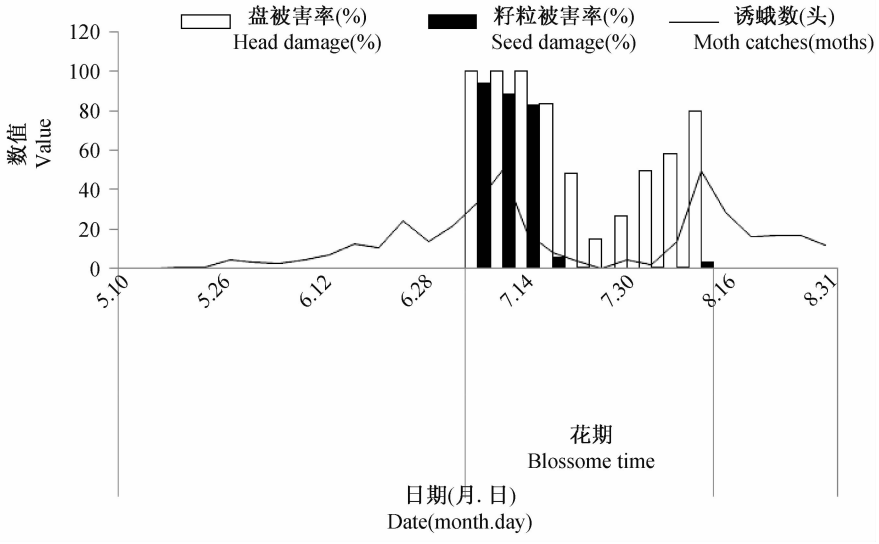

图 2　蛾峰期与花期吻合度对向日葵受害率的影响(临河,2009)

Fig. 2　The effect of fitness between moth flight peak and blossome time on larvae damage, Linhe County, 2009

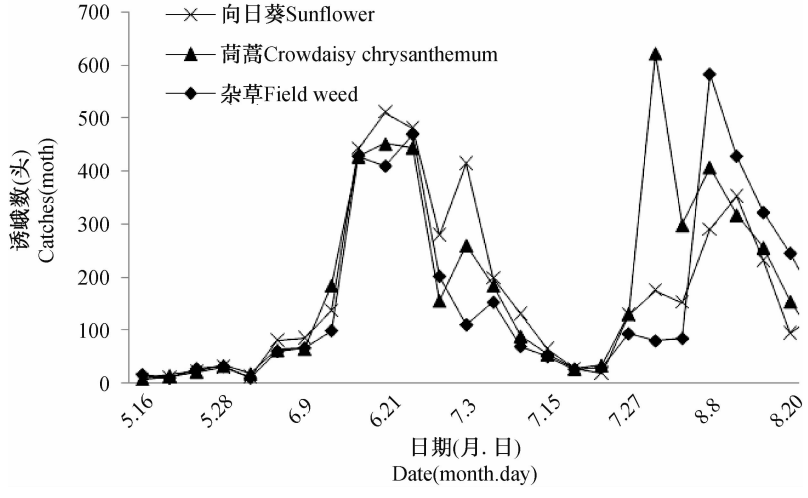

图 3　不同生态条件下向日葵螟雄成虫动态(五原县,2009)

Fig. 3　Adult population dynamics of *Homoeosoma nebulella* on different host plants, Wuyuan County, 2009

表 1　向日葵螟各项聚集度指标

Table 1　Aggregation indices of *Homoeosoma nebulella*

样地编号 Plot number	*n*	*m*	*V*	*K*	*C*	*Ca*	I^{δ}	m^{*}	m^{*}/m	λ
1	42	30.6	166.884	6.847	5.462	0.146	4.462	35.015	1.146	29.079
2	42	12.2	44.782	4.526	3.685	0.221	2.685	14.838	1.221	11.250
3	41	12.7	81.798	2.328	6.448	0.430	5.448	18.133	1.430	10.815

$m>1$;$K>0$,结果表明,在绝大多数情况下,向日葵螟成虫在田间呈聚集分布。

2.2.2　回归方程检验　通过对 3 片样地中样方的平均拥挤度 m^* 和均值 m 之间进行回归分析,结果见表 2,由表 2 可知,样地 1 的模型判定系数较高,回归结果最为可信,其 β 值大于 1,种群呈聚集分布,样地 2 和样地 3 的判定系数较低,其结果介于聚集分布和随机分布之间。另外,样地 1 的 α 值小于 0,样地 2、样地 3 的 α 值均大于 0,结合各样地的虫口密度,说明向日葵螟在种群密度较低时个体间的相互吸引作用更为明显。

Taylor 幂法则测定结果显示,3 片样地回归模型的判定系数均大于 0.8,说明 $\lg V=\lg a+b\lg m$ 能够较好的反映出向日葵螟成虫的空间分布特征,如表 2 结果所示,2 号样地和 3 号样地的 $\lg a>0$,$b>1$ 且 $m\geqslant 1$,引用 Taylor 给出的组合,判定向日葵螟成虫在其中均呈聚集分布;1 号样地 $\lg a<0$,$b>1$,因 1 号样地同时满足 $m\neq 1$ 且 $C=am^b-1>1$ 的条件,判定向日葵螟成虫在 1 号样地同样为聚集分布。

表 2　向日葵螟成虫空间分布型线性回归检验结果

Table 2　Parameters of Iwao's regression and Taylor's power law in examining the spatial distribution pattern of *Homoeosoma nebulella*

样地编号 Plot number	Iwao(1968)m^*-m 回归分析法 Iwao's regression			Taylor 幂法则 Taylor's power law		
	模型 R^2 R square	α 值 α value	β 值 β value	模型 R^2 R square	lg$a$ lg$a$	b b
1	0.952	−2.075	1.470	0.913	−0.324	1.919
2	0.538	13.334	0.936	0.895	0.735	1.352
3	0.655	8.452	1.750	0.973	0.482	1.697

3　讨论

3.1　关于引用向日葵螟学名的问题

在过去文献中,对向日葵螟的学名有多种写法。经过查证,向日葵螟由 Denis 和 Schiffermuller 于 1775 年命名,最早归为谷蛾属(*Tinea*)中,后归入同斑螟属(*Homoeosoma*),其异名包括 *Tinea nebulella* Denis *et* Schiffermüller, 1775、*Phycita nebulella* (Denis *et* Schiffermüller, 1775)、*Lotria nebulella* (Denis *et* Schiffermüller, 1775)、*Homoeosoma nebulellum* (Denis *et* Schiffermüller, 1775)、*Tinea nebulella* Hübner, 1810-1813、*Tinea muscerdalis* Hübner, 1813、*Phycis nebulea* Haworth, 1811 等多种,通过在大英自然历史博物馆网站等物种数据库检索,确证目前 *Homoeosoma nebulella* (Denis *et* Schiffermuller, 1775) 是欧洲向日葵螟的有效学名。在我国,叶家栋和朱秀亭(1965)首次报道向日葵螟发生时,曾请陆近仁教授等人对该虫进行鉴定并使用 *Homoeosoma nebulella* Hübner 作为其学名,之后这个学名在国内的研究报道中被广泛的引用。但是根据上述查证,*Homoeosoma nebulella* Hübner 并非向日葵螟的正确学名,因此建议在以后研究报道中,统一使用 *Homoeosoma nebulella* (Denis *et* Schiffermuller, 1775) 作为该虫的学名。

3.2　向日葵螟的成虫消长动态与世代重叠

通过 2009—2011 年连续 3 年在巴彦淖尔市应用性信息素进行向日葵螟成虫动态监测和田间防控效果调查,发现几年的发生期和蛾峰期趋势一致,向日葵螟在内蒙古巴彦淖尔市一年有 2 个明显蛾峰,2009 年和 2010 年越冬代诱蛾量高于一代蛾量,蛾峰谷分界明显,而且谷底很低,4 d 累计诱蛾量小于 20 头,说明世代相对整齐,与张总泽等(2010b)研究报道一致。云晓鹏等(2009)2008 年在对不同诱捕器诱蛾效果的研究中同样对向日葵螟成虫的种群动态进行了记录,结果显示,在 2008 年 7 月中旬至 8 月下旬间成虫的数量波动并不明显,与本项观测的结果有较大差异。造成这种差异的原因有以下几点:首先,前者的调查在 7 月中旬之后,当年越冬代成虫的发生即将结束,成虫动态曲线反映的主要是一代种群的波动;其次,从捕获数量来看,前者的捕获量明显少于本次研究结

果,当成虫种群数量较低时,成虫数量变化的规律性较差,不能显示出明显的发生高峰,这也于本次研究中 2010 年的调查结果相似(图 1);再次,前者调查中选取的试验点和样地中布设诱捕器的数量有限,本项研究选取的观测地区覆盖了巴彦淖尔市下属的 4 个旗县(区),监测的范围和重复次数高于前者,因此将不同监测地区的环境和人为因素对监测结果的影响降至最低,因此,调查结果更为可靠;最后,如前者研究结果所示,采取诱捕器的类型以及诱芯的差异也会对诱捕结果产生影响。综上所述,本项研究所反映的巴彦淖尔地区的成虫种群动态更为全面和准确。

3.3 向日葵螟成虫聚集原因分析

研究结果表明,向日葵螟成虫在田间呈现聚集分布,应用 Blackith 种群聚集均数 λ 分析聚集的原因,计算结果见表 1,3 片样地的平均 λ 值均大于 2,说明向日葵螟的聚集主要由向日葵螟自身行为或环境因素引起。诱发成虫聚集分布的原因较为复杂,一方面,包括交配、产卵在内的一系列繁殖行为受到寄主植物-昆虫之间的化学信号调控,因此,环境因素尤其是寄主植物的种类以及发育状态对成虫的分布具有一定的影响;另一方面,幼虫活动性较差,由上一代成虫产卵对寄主的选择性决定了幼虫的分布格局,张总泽等(2010c)研究表明幼虫呈聚集分布,这也就决定了成虫的发生位置是相对聚集的;最后,成虫自身的活动范围较大,种群密度较高时成虫向外扩散的倾向也是促成其均匀分布的一个原因。

3.4 向日葵螟的成虫消长动态与空间分布型对防治措施的影响

国内已有人应用性信息素诱捕技术对鳞翅目害虫种群动态和空间分布型进行过研究,陈宗麒等(2010)对甜菜夜蛾、屈振刚等(2010)对梨小食心虫进行了田间种群动态观测,作者项目组在国内最早应用性信息素开展向日葵螟的种群动态监测和成虫空间分布研究。通过在巴彦淖尔市田间调查,发现向日葵螟在杭锦后旗、临河、五原县和乌拉特前旗 4 个向日葵主产区危害从西向东依次降低,向日葵田间受害程度也相对依次减轻,而且,主要受一代幼虫危害重。2010 年在宁夏自治区石嘴山市惠农区调查,当地向日葵螟则以二代幼虫危害为主,因此,目前内蒙古自治区重点应加强防控一代向日葵螟幼虫。

由于向日葵螟卵产在向日葵筒状花内,卵粒微小,田间不易调查,卵孵化后幼虫钻蛀葵花籽粒,调查时必须清除花盘上筒状花,从而影响向日葵籽粒正常成长,同时,即使检查到幼虫达到防治指标,生产中也没有针对幼虫的有效防治方法。因此针对成虫的诱杀和卵的天敌寄生措施既可以节省人力,又绿色环保。但是这些措施的效果在很大程度上受到成虫分布的影响。通过应用 5 种聚集度指数方法测定,向日葵螟一代雄蛾田间空间分布型均为聚集分布,与向日葵螟幼虫空间分布型调查结果一致(张总泽等,2010c),聚集主要由向日葵螟自身行为或环境因素引起的。聚集分布的格局对向日葵防治措施的实施具有较大的影响,尤其是借助昆虫性信息素的诱捕器以及释放天敌昆虫-赤眼蜂等针对成虫和卵的防治措施,必须充分考虑到向日葵螟聚集分布的因素,诱杀设备的覆盖范围必须要全面,避免遗漏热点区域。

总之,对向日葵螟雄蛾种群动态以及空间分布型的探索,将有利于更深入地了解该害虫的发生规律以及对环境变化所表现出的适应性,从而为对其进行准确的预报并制定正确的防治决策提供依据,通过本项研究,根据向日葵螟成虫在田间发生期、发生量及空间分布特点,尤其是向日葵螟常年种群密度和世代整齐的特点,可以选择种植抗虫品种(沙洪林等,2004)、播期避害(徐利敏等,2008;白全江等,2011)等农业技术,结合应用性信息素诱杀成虫(陈景莲等,2009)、天敌昆虫-赤眼蜂(王立达等,2010)以及频振式杀虫灯等绿色防控措施,避免应用化学农药,实现对向日葵螟经济、安全、有效的控制。

致谢:中国科学院动物研究所张润志研究员对本文提出了宝贵修改建议,谨此表示衷心的感谢!

参考文献(References)

白全江, 黄俊霞, 韩诚, 徐利敏, 曹丽霞, 高占明, 云晓鹏, 李巧梅, 2011. 向日葵不同播期对向日葵螟避害效果研究. 中国农学通报, 27(9):362 – 367.

陈景莲, 徐利敏, 云晓鹏, 李杰, 赵强, 杨晓, 韩文清, 2009. 向日葵螟性诱剂田间控害试验. 内蒙古农业科技, (2):38.

陈宗麒, 李志敏, 袁琼芬, 徐光辉, 金振华, 毕艳芳, 陈福

寿, 王燕, 2010. 昆明地区甜菜夜蛾种群动态与成灾原因初析. 长江蔬菜, (18):72 – 75.

兰星平, 魏义贤, 朱秀娥, 1992. 松毒蛾空间分布型的研究. 贵州林业科技, 20(1):8 – 19.

兰兴平, 1996. 关于 Taylor 幂法则的讨论. 林业科学, 32(1):86 – 91.

李安金, 1983. 向日葵螟的调查初报. 中国油料, (4):66 – 68.

李桓, 1981. 向日葵螟虫研究初报. 吉林农业科学, (2):59 – 64.

潘杰, 王涛, 宗世祥, 温俊宝, 骆有庆, 2010. 北京地区红脂大小蠹空间分布型与抽样技术研究. 昆虫知识, 47(6):1189 – 1193.

屈振刚, 盛世蒙, 王红托, 盛承发, 李建成, 2010. 梨小食心虫性诱剂 2 类诱芯的桃园田间诱蛾效果比较. 河北农业科学, 14(2):30 – 31.

沙洪林, 晋齐鸣, 李红, 周世艳, 冯莺, 2004. 吉林省向日葵品种资源抗向日葵螟鉴定. 吉林农业科学, 29(2):33 – 35.

沈斌斌, 任顺翔, Musa PD, 周建华, 2005. 烟粉虱成虫空间分布型的研究. 昆虫知识, 42(5):544 – 546.

王立达, 赵秀梅, 周传余, 闫锋, 李青超, 韩冬伟, 于运凯, 杨莹, 迟莉, 2010. 应用赤眼蜂防治向日葵螟的效果研究. 黑龙江农业科学, (7):69 – 71.

徐利敏, 云晓鹏, 李杰, 赵强, 杨晓, 韩文清, 王秀梅, 2008. 不同播种期对向日葵螟抗虫性的影响. 内蒙古农业科技, 36(6):45 – 46.

叶家栋, 朱秀廷, 1965. 我国黑龙江省初次发现的向日葵新害虫—向日葵螟. 昆虫学报, 14(6):617 – 619.

云晓鹏, 徐利敏, 韩文清, 杨晓, 李杰, 赵强, 2009. 向日葵螟性诱剂的不同诱捕器田间诱捕效果分析. 内蒙古农业科技, (2):56 – 57.

张孝羲, 张跃进, 2006. 农作物有害生物预测学. 北京:中国农业出版社. 1 – 317.

张志春, 王楠, 李娟, 王满困, 张国安, 涂炳坤, 2006. 杨扇舟蛾卵和幼虫的空间分布型及抽样技术. 昆虫知识, 43(2):192 – 195.

张总泽, 刘双平, 罗礼智, 江幸福, 2010a. 内蒙古巴彦淖尔市向日葵螟成灾原因及防治措施. 植物保护, 36(3):176 – 178.

张总泽, 刘双平, 罗礼智, 江幸福, 王凯, 2010b. 内蒙古巴彦淖尔地区向日葵螟的种群动态与生活史. 昆虫学报, 53(6):708 – 714.

张总泽, 刘双平, 张静, 罗礼智, 江幸福, 2010c. 向日葵螟幼虫的空间分布型及抽样技术. 昆虫知识, 47(4):720 – 724.

宗世祥, 贾峰勇, 许志春, 骆有庆, 张连生, 梁树军, 2004. 沙棘木蠹蛾的幼虫空间分布与抽样技术. 昆虫知识, 41(6):552 – 555.