

甘肃向日葵害虫与天敌的种群动态及时间生态位

葛玉彬^{1,2}, 卯旭辉², 党占海^{2*}

(1. 甘肃农业大学, 甘肃 兰州, 730070; 2. 甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州, 730070)

摘要:为揭示甘肃省向日葵害虫及其优势天敌的发生规律,为害虫防控提供依据。2010 – 2013 年,在中部典型干旱区向日葵田采用扫网法顺序抽样,研究害虫及其天敌种群动态,估算时间生态位指数。结果表明,向日葵螟(*Homoeosoma nebulellum*)和草地螟(*Loxostege sticticalis*)在甘肃地区年发生 2 代,6 ~ 7 月是越冬代成虫高发期,第 1 代幼虫严重危害;小地老虎(*Agrotis ypsilon*)年发生 3 代,黄地老虎(*Agrotis segetum*)年发生 3 ~ 4 代,发蛾高峰期分别在 4 月下旬和 7 月中旬。上述各虫种群均有世代重叠现象。年际间时间生态位宽度差异大,向日葵螟 2011 年最大(0.539 7)、2012 年与 2013 年较小(为 0.109 2 和 0.201 1),与天敌螟黄赤眼蜂(*Trichogramma chilonis*)的时间生态位重叠高于其它天敌,跟随效应显著。小地老虎与天敌中华虎甲(*Cicindela chinensis*)、伏虎茧蜂(*Meteorus rubens*)的重叠均较大,2 种优势天敌发育时段基本一致,种间竞争效应显著。草地螟与天敌伞裙追寄蝇(*Exorista civilis*)和双斑截尾寄蝇(*Nemorilla maculosa*)的时间生态位分离,季节活动性有一定差异。各年时间生态位重叠值表现出时序上的同步性和跟随性,说明向日葵田昆虫种间竞争激烈,属不稳定的生物群落。

关键词:向日葵;昆虫;天敌;种群动态;生态位宽度;生态位重叠

中图分类号:S435.655 文献标识码:A 文章编号:1007 – 9084(2015)06 – 0868 – 08

Adult population dynamics and temporal niche of insects and natural enemies on sunflower in Gansu Province

GE Yu – bin^{1,2}, MAO Xu – hui², DANG Zhan – hai^{2*}

(1. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. Crops Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China)

Abstract:For effective pest control on sunflower in Gansu Province, northwest of China, behaviors of insects and natural enemies were investigated in sunflower fields. Based on data from daily sweep net catches of insects in the middle arid region of Gansu from 2010 to 2013, population dynamics and temporal niche of insects and their natural enemies were analyzed. Results showed that *Homoeosoma nebulellum* and *Loxostege sticticalis* had 2 generations each year, with a peak season of winter generation from June to July, and the first was the major pestilent generation. *Agrotis ypsilon* had 3 generations each year, with a peak in late April, and *Agrotis segetum* had 3 – 4 generations each year, with the peak in mid – July. Overlap phenomenon of the pests was distinct. Differences of niche breadths were obvious during the 4 years, as shown by *H. nebulellum*, with the maximum value of 0.539 7 (in 2011) and the minimum of 0.109 2 (in 2012) and 0.201 1 (in 2013) respectively. Temporal niche overlap of *H. nebulellum* and *Trichogramma chilonis* were larger than that of other species, showing obvious synchronization features. *Cicindela chinensis* and *Meteorus rubens* shared the largest time niche overlap, and controlling *Agrotis ypsilon* at the same time, while *Loxostege sticticalis*, *Exorista civilis* and *Nemorilla maculosa* revealed niche separations.

Key words:Sunflower; Insect; Natural enemy; Population dynamics; Niche breadth; Niche overlap

收稿日期:2015-07-03
基金项目:甘肃省农业科学院中青年基金项目(2015GAAS33);兰州市科技支撑计划(2014 – 2 – 19);现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS – 16);甘肃省科技重大专项计划项目(2015GS05915 – 1)
作者简介:葛玉彬(1979 –),男,甘肃靖远人,助理研究员,硕士研究生,E – mail:gyb1996@126.com
* 通讯作者:党占海,研究员

天敌是影响害虫种群数量变动最重要的生物因子,充分利用节肢动物群落系统的自我调控能力,可降低农田虫害发生强度和大发生频率。向日葵(*Helianthus annuus*)是我国北方地区主要的油料作物^[1]。甘肃中部干旱地区基于优越的自然条件和较低的生产成本,已成为省内外向日葵良种繁育和商品生产基地。实际调查统计,2010–2014 年累计种植面积已达 8.7 万 hm^2 左右,获得了很好的经济效益。但生产规模迅速扩大,伴随的生物胁迫范围和程度在不断增加,尤以螟类和地老虎等虫灾频发,影响向日葵产量和品质,造成较大的经济损失,已成为该地区向日葵产业发展的限制因素。

向日葵螟(*Homoeosoma nebulellum*)又称欧洲向日葵螟,简称葵螟,是为害向日葵籽仁最猖獗的害虫。中国向日葵主栽区内蒙古、黑龙江、吉林、新疆和宁夏等地均有发生^[2,3],我国近年呈间歇性发生态势。螟黄赤眼蜂(*Trichogramma chilonis*)是向日葵螟寄生性优势天敌昆虫,近年来已被广泛应用于多种植物的害虫防治,并取得了显著的生态效益和经济效益^[2,4,5]。

草地螟(*Loxostege sticticalis*)是危害我国北方农牧区的重要迁飞性害虫,具有间歇性暴发危害和时空分布不确定性的特点,主要危害向日葵、甜菜(*Polymyxa betae*)、大豆(*Glycine max*)、马铃薯(*Solanum tuberosum*)、麻类等多种作物。我国自 20 世纪 50 年代以来发生了 3 次周期性大爆发,给农牧业生产造成极大损失^[6–8]。自 2011 年以来在我国一直处于总体轻发状态。但由于草地螟的发生为害规律较复杂,随着全球性的气候复杂变化,发生危害区域差异明显,主要表现为局部地区幼虫大范围严重发生或集中为害^[1,9,10]。伞裙追寄蝇(*Exorista civilis*)和双斑截尾寄蝇(*Nemorilla maculosa*)是草地螟的两种优势寄生天敌,主要选择 5 龄幼虫的胸部寄生,对寄主种群有重要的调控作用^[11–14]。

为害向日葵的地老虎类害虫主要是小地老虎(*Agrotis ypsilon*)和黄地老虎(*Agrotis segetum*),在我国年发生 2~4 代,以老熟幼虫土中越冬。甘肃地区小地老虎发生相对较重,是地老虎中分布最广,危害最大的种类。食性杂,可取食小麦(*Triticum aestivum*)、水稻(*Oryza sativa*)、玉米(*Zea mays*)、棉花(*Gossypium hirsutum*)、高粱(*Sorghum vulgare*)、秋白菜(*Brassica pekinensis*)、甜菜、大豆、烟草等多种作物。小地老虎与其它夜蛾科害虫一样,对许多化学农药已经产生了较高水平抗性,又属迁飞性害虫,存在暴发成灾现象,这无疑增大了防治的难度^[15–20]。

国内外学者对它的天敌研究较为全面,得出的结论是:中华虎甲(*Cicindela chinensis*)能有效控制免耕地小地老虎^[21],伏虎茧蜂(*Meteorus rubens*)是小地老虎寄生天敌中较有优势的种群^[22,23]。

近年来,保护和提高自然天敌的作用已成为农作物害虫生物防治的主要途径。国内外学者对向日葵虫害的生物学特性、田间为害及综合防控做了较详细的研究^[7,13,22,23],但甘肃地区特殊生境下昆虫种群动态未见相关文献报道。本文选择中部干旱地区向日葵规模种植典型区域,于 2010–2013 年对田间主要害虫及优势天敌种群动态定点监测,研究油用向日葵田生态系统昆虫发生的趋势和特点,旨在为当地虫害的预测预报和田间综合防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 监测样地选取

试验地设在甘肃省兰州市永登县中川镇甘肃省农业科学院秦王川试验站(36°17'N, 103°29'E),海拔高度 2 198m。地处兰州市北部,属陇中北部温带干旱区,年均降水量 290mm,平均气温 9.1℃,年均日照时数为 2 659h,无霜期 120~128d。干旱少雨,气候干燥,属典型的温带干旱大陆性季风气候。总面积为 2.4 hm^2 ,沙壤土,肥力中等。周边均为油用向日葵田。

1.2 材料

向日葵品种为陇葵杂 2 号(甘肃省农业科学院作物研究所提供)。

1.3 试验设计与管理

试验小区面积不小于 0.07 hm^2 ,4 次重复。3 月下旬至 4 月上旬覆膜穴播,行株距 50cm × 25cm,留苗数 7.95×10^4 株/ hm^2 ,5 月上旬和 6 月上中旬避开田间调查进行中耕除草,9 月下旬收获。试验区内全年不施农药防治病虫害,确保生物种群相对稳定性,以便清楚地监测害虫及其天敌的自然消长规律。

1.4 方法

小区调查采用对角线 5 点顺序抽样法,运用扫网法采集昆虫^[24,25]。先用采样框(2.0m × 2.5m × 2.0m)罩住取样点向日葵后,捕虫网采集框内的全部节肢动物,带回实验室分离统计虫量。自向日葵出苗开始至收获,每 5d 调查 1 次,每点取向日葵 40 株,共 200 株,按调查日期统计虫量(地老虎自 3 月中下旬开始调查)。结合佳多虫情测报灯诱集监测成虫的发生期(另文报道);时间生态位分析数据于 2011–2013 年 5–8 月采集,自 5 月 2 日起开始第一

次调查,每5d统计数据,利用DPS数据处理系统和Excel进行数据统计分析。

1.5 生态位分析

生态位宽度用标准化Hurlbert (1978)的生态位宽度指数

B' = 1 / \sum_{j=1}^n \frac{p_j^2}{a_j}, B'_A = \frac{B' - a_{min}}{1 - a_{min}}

式中: B' = 物种的生态位指数, p_j = 物种利用资源 j 的个体比例; a_j = 资源 j 可利用的项目数 (\sum a_j = 1.0); n = 可能的资源状态总数; B'_A = 标准化的生态位宽度指数; a_{min} = 资源中最小值 [26]。

生态位重叠指数用 Pianka (1973) 公式解得:

O_{jk} = \sum_{i=1}^n P_{ij} P_{ik} / \sqrt{\sum_{i=1}^n P_{ij}^2 \sum_{i=1}^n P_{ik}^2}

式中: O_{jk} 为物种 k 对物种 j 的生态位重叠; P_{ij}、P_{ik} 为由物种 k 或物种 j 所利用的整个资源中的第 i 种资

源所占比例; n 为资源状态总数 [27]。

2 结果与分析

2.1 向日葵螟及其优势天敌的田间发生动态

2010-2013 年主要虫害及天敌种群的全年田间发生情况见表 1, 结果显示: 油用向日葵初花期为 6 月下旬至 7 月上旬, 与昆虫发生期基本一致。从 5 月 2 日到 9 月 29 日 (31 个观察日) 100 株的蛾 (虫) 总量上看 (表 1), 2011-2012 年蛾量较 2010 和 2013 年少, 害虫种群数量是天敌 5.9~27.8 倍。田间昆虫数量年际间无显著差异, 总体呈轻发态势。一方面是由于越冬和迁飞虫源基数小; 另一方面是气候条件不利, 试验区属高海拔冷凉气候类型, 春末夏初气温偏低, 不利于越冬代成虫羽化, 夏季高温、干旱少雨, 影响成虫产卵寄生。

表 1 油用向日葵田主要害虫及优势天敌的田间发生情况
Table 1 Occurrence (per 100 plants) of insects in sunflower field in 2010-2013

年份 Year	向日葵 初花期 Flowering – stage m/d	害虫	天敌	害虫	天敌	害虫	天敌			
		Insect	Natural enemy	Insect	Natural enemy	Insect	Natural enemy			
		向日葵螟 <i>Homoeosoma nebulellum</i>	螟黄赤眼蜂 <i>Trichogramma chilonis</i>	草地螟 <i>Loxostege sticticalis</i>	伞裙追寄蝇 <i>Exorista civilis</i>	双斑截尾寄蝇 <i>Nemorilla maculosa</i>	黄地老虎 <i>Agrotis ypsilon</i>	小地老虎 <i>Agrotis segetum</i>	中华虎甲 <i>Cicindela chinensis</i>	伏虎茧蜂 <i>Meteorus rubens</i>
2010	6/28	369.2	49.3	387.9	64.8	50.5	145.4	290.7	29.2	38.2
2011	7/5	254.5	41.2	322.8	38.1	23.9	70.8	116.5	26.0	37.0
2012	7/2	363.4	26.6	345.7	47.8	39.9	84.6	272.2	19.6	34.8
2013	7/9	593.0	60.8	408.4	61.9	39.0	203.0	339.2	25.6	46.4

从图 1 可知,向日葵螟在陇中旱区一年发生 2 代,有两次成虫发生盛期,峰谷明显。越冬代成虫始见于 5 月上中旬,羽化盛期从 6 月中旬到 7 月下旬,持续时间较长,蛾峰值较高;第二个成虫发生盛期在 8 月上中旬至 9 月上旬,持续时间较短,蛾峰值较低,9 月下旬逐渐消退,以幼虫越冬。2013 年越冬代

蛾峰值分别是 2010-2012 年的 1.3、3.2 和 1.6 倍,显著高于前 3 年;越冬代成虫发生盛期与向日葵初花期一致或略晚。这是因向日葵螟 3-5 日龄的雌虫求偶交配最为活跃,且交配当天即可产卵,所以越冬代产卵盛期与向日葵花期吻合度高,1 代幼虫危害较重。

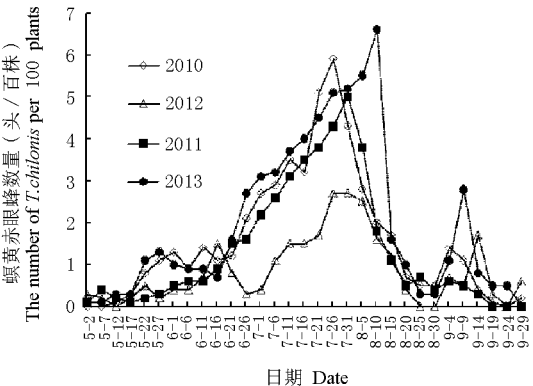
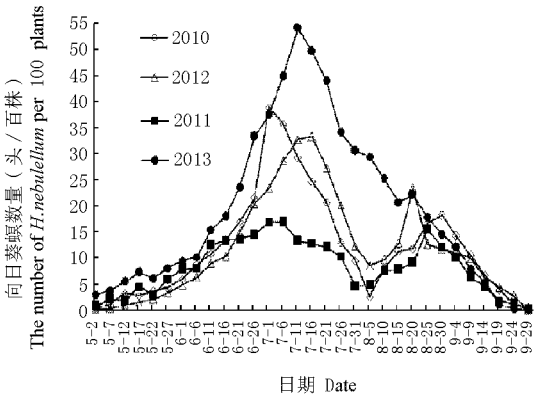


图 1 向日葵螟及其优势天敌的田间发生动态
Fig. 1 Adult population dynamics of H. nebulellum and its dominant natural enemy in sunflower field

甘肃地区螟黄赤眼蜂属于平原活动型,一年发生 3~5 代,对向日葵螟有较明显的跟随效应。7 月

月上旬至 8 月上旬是每年的成虫高发期,峰期 7 月下旬至 8 月中旬,平均峰值为 0.03~0.07 只/株。对

当代螟防治效果不理想,2代螟田间成虫数量明显减少(图1),因螟黄赤眼蜂成虫在向日葵螟1代幼虫期产卵寄生数量较多,对2代螟种群数量起到了关键的防控作用。

2.2 草地螟及其优势天敌的田间发生动态

温湿条件是影响草地螟种群数量年际变化的重要因素。甘肃中部地区春季气温偏低,6-8月气温高,干旱少雨,空气干燥,早晚温差大。对草地螟常年种群消长动态起到了调控作用。图2表明,当地草地螟年发生2代,越冬代成虫羽化始见于5月上旬,6月上旬至7月上旬是发蛾盛期,蛾峰大,持续时间较短。2012年6月21日和2013年6月6日单日发蛾量最大(平均蛾量均为0.4头/株),随后迅速减小,田间仅查到零星幼虫。7月中旬到8月下旬是1代草地螟成虫盛期,蛾量少,持续时间较长。2011年发生较轻,年际间存在错峰现象。

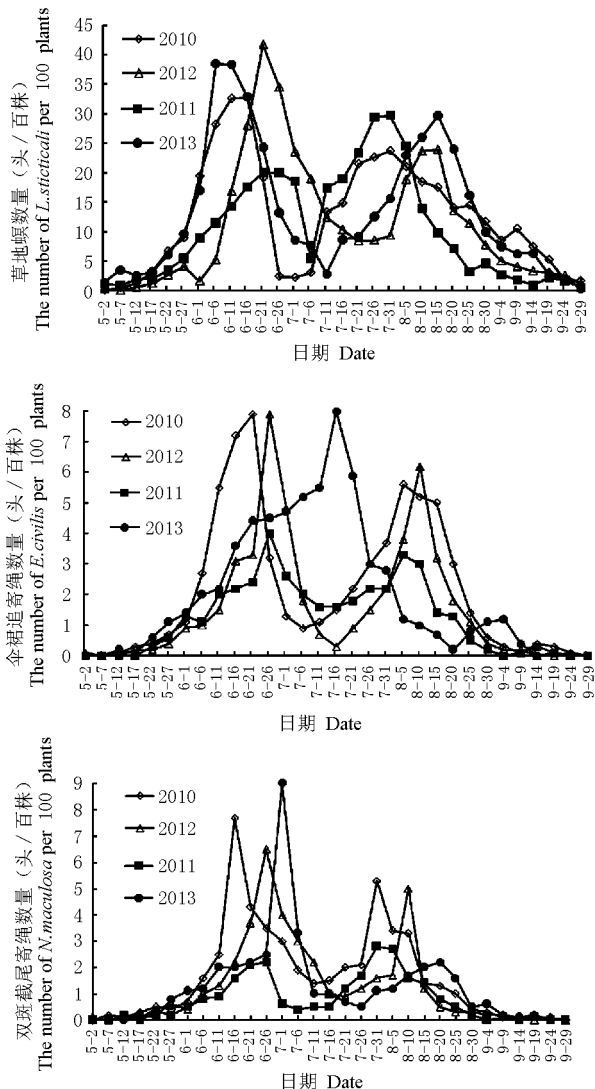


图2 草地螟及其优势天敌的田间发生动态

Fig. 2 Adult population dynamics of *L. sticticalis* and its dominant natural enemies in sunflower field

甘肃非草地螟主要越冬区,无境外虫源迁入,境内主要虫源地越冬范围小、基数低,因此并未受到2008年草地螟大发生并严重危害的影响,总体发生水平较低,其中1代幼虫在甘肃境内发生偏轻。据笔者田间调查,2009年甘肃河西与中部旱区草地螟平均越冬活茧密度为0.04~0.09头/m²,2012年为0.02~0.06头/m²,越冬幼虫密度小,成活率低,发生数量少。境内外有效虫源基数小,冬、春、夏季连旱、高温、降水分布与为害虫态不匹配等不利条件是造成本地区草地螟越冬代成虫始见期晚、盛发期短、峰次少,2代幼虫发生较轻且常年一致、蛾峰值较低的主要外因。

伞裙追寄蝇和双斑截尾寄蝇均属大卵生寄生蝇,均选择草地螟末龄幼虫寄生,随幼虫一起越冬,翌年草地螟羽化前后开始羽化,生活史上的同步性,保证了自然条件下对草地螟的可持续调控作用。结果表明:陇中旱区2010-2013年2种优势寄生天敌的时间格局相似,但存在错峰现象,在草地螟防治中表现跟随效应(图2)。2010-2012年成虫盛发期有两个明显峰值,时间集中且峰值接近,分别在6月中下旬与8月上中旬;2013年与前3年存在明显错峰现象,两次发生峰值相差很大,两种寄生蝇越冬代成虫日发生量分别是1代发生量的6.8倍与2.3倍,且蛾发盛期较草地螟成虫高发期推后25~30d。这是因为2012年气候干旱造成草地螟越冬幼虫密度小,而寄生蝇又选择其它鳞翅目昆虫幼虫寄生引起的。

2.3 向日葵田地老虎种群数量及优势天敌发生动态

如图3所示,小地老虎在甘肃中部地区一年完整发生3代,越冬代蛾峰值出现在4月17日至4月27日,达到全年成虫羽化最高峰,平均日蛾量为0.2~0.3头/株,有世代重叠现象;生产上1代幼虫危害严重,之后两代数量骤减,8月下旬逐渐消退。老熟幼虫或蛹在土内越冬,翌年早春3月中旬成虫羽化始见,一般在4月中下旬和6月下旬至7月上旬出现两个发蛾盛期。傍晚至前半夜活动最盛,并有趋光性。5、6龄幼虫食量最大,一夜能咬断向日葵幼苗2~4株,4-5月是第1代幼虫为害严重时期。

结果表明,该地区黄地老虎一年发生为3~4代,2010-2012年发蛾期基本一致,越冬代4月7日-6月1日,1代6月4日-8月5日,2代8月7日-9月底;2013年全年发生4代,越冬代与1代发生与其它年份一致,2代和3代自8月上旬-9月下旬连续发生,1代蛾量大,蛾峰期在6月下旬-7月中旬(图3),平均蛾峰值0.2头/株。

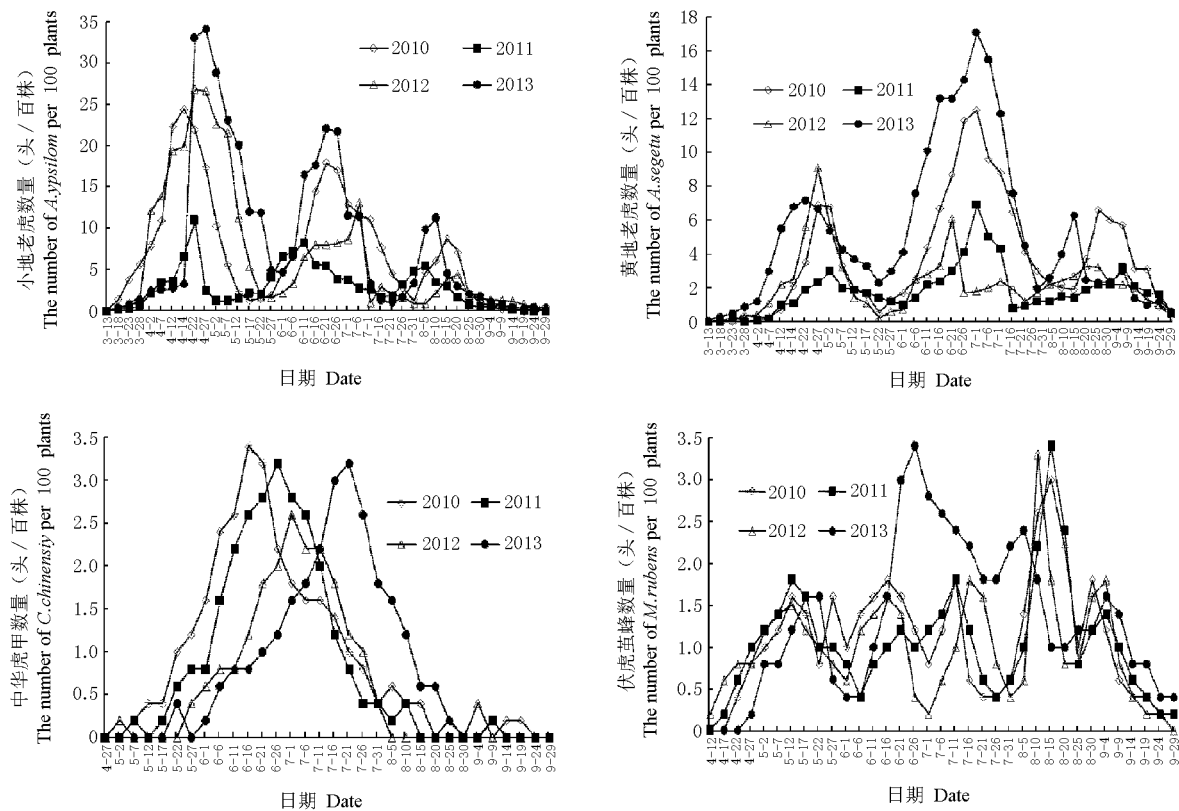


图3 地老虎及其优势天敌的田间发生动态

Fig. 3 Adult population dynamics of *A. ypsilon* and *A. segetum* and their dominant natural enemies in sunflower field

中华虎甲和伏虎茧蜂是小地老虎优势捕食性天敌,前者主要分布在陕西、甘肃、河北等地,陇中旱区一年发生完整1代,后者一年发生4~6代。两者数量均较少,平均最大峰值分别为0.01头/株和0.02头/株。中华虎甲5月上旬始见,至8月中旬消退,成虫发生历期70~100d,表现为连续的4个阶段,即初见期、波动上升期、盛期、下降消退期;伏虎茧蜂(2013年除外)在4月中旬至9月中旬均有少量出现,8月中旬数量骤增,达到全年最高峰值,月底数量又迅速减少,回到谷底(图3)。2种天敌在2010-2012年发生期存在错峰,对小地老虎均有明显跟随现象,自然情况下有持续控制作用。

2.4 主要昆虫季节性动态类型的初步划分

根据向日葵田间昆虫季节性动态消长过程,可将昆虫初步划分为单峰型、双峰型、三峰型与多峰型等4种类型。中华虎甲为典型单峰型,向日葵螟、螟黄赤眼蜂、草地螟、伞裙追寄蝇及双斑截尾寄蝇等均属于双峰型,小地老虎与黄地老虎属于三峰型,伏虎茧蜂则属于多峰型。

根据昆虫发生峰期与向日葵花期吻合程度又划分成3种类型:前峰型,草地螟、伞裙追寄蝇、双斑截尾寄蝇、小地老虎及中华虎甲等,成虫发生高峰在6月中下旬,油用向日葵正值蕾期,其中虎甲表现为单

峰,峰值过后显著下降;中峰型,向日葵螟、黄地老虎成虫发生高峰在7月上中旬,向日葵正处盛花期;后峰型,如螟黄赤眼蜂、伏虎茧蜂,发生高峰在7月下旬至8月中旬,正值向日葵灌浆期,这一划分从时间上表明昆虫对向日葵危害的时期选择及天敌对向日葵害虫的跟随防控效应。

以上昆虫种群动态类型的初步划分,将有利于在向日葵不同生长期针对性地采取相应的措施监测,助增相应的天敌防治。

2.5 干旱区油用向日葵田昆虫的时间生态位

2011-2013年6-8月,以种为单位调查统计油用向日葵田害虫和主要天敌种群,估算时间生态位,评价天敌对猎物的时间跟随作用和控制效果。研究表明(表2),时间生态位上,同一害虫的时间生态位宽度指数年际差异较大,尤以向日葵螟最为突出,2011年最大(0.5397),2012年与2013年较小(为0.1092和0.2011);天敌也表现同样的时间生态位变化,但伏虎茧蜂相对保持较为一致,3年时间生态位宽带变化范围在0.2569~0.2966之间,说明在油用向日葵田小生境中,绝大多数昆虫存在明显的季节性种群动态消长。生态位重叠指数显示,向日葵螟与螟黄赤眼蜂3年的指数值高于它与伞裙追寄蝇、双斑截尾寄蝇、中华虎甲、伏虎茧蜂等天敌

的指数值,表明螟黄赤眼蜂较其它天敌对葵螟有明显的跟随现象,对螟虫的种群控制作用较大,是向日葵螟幼虫期的优势寄生蜂,应加以保护;中华虎甲与

伏虎茧蜂的重叠指数最大,主要是由于这 2 种天敌对小地老虎的作用虫期基本一致,在时间上具有同步性,存在一定的种间资源竞争。

表 2 2011–2013 年油用向日葵田害虫与主要天敌生态位宽度与重叠指数
Table 2 Temporal niche breadth and overlap index of the pests and the main natural enemies in oil sunflower field in 2011–2013

年 Year	类群 Group	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2011	I	<u>0.539 7</u>	0.867 1	0.726 0	0.682 0	0.765 6	0.645 5	0.568 1	0.714 9	0.676 9
	II		<u>0.444 5</u>	0.958 4	0.916 5	0.946 8	0.838 2	0.763 3	0.932 1	0.883 1
	III			<u>0.370 0</u>	0.967 1	0.928 0	0.902 7	0.876 2	0.900 2	0.817 4
	IV				<u>0.354 3</u>	0.961 8	0.971 8	0.928 3	0.921 7	0.838 5
	VI					<u>0.386 8</u>	0.921 5	0.818 4	0.977 0	0.935 7
	VI						<u>0.275 1</u>	0.967 5	0.847 4	0.749 4
	VII							<u>0.273 1</u>	0.726 1	0.591 5
	VIII								<u>0.368 8</u>	0.982 3
	IX									<u>0.256 9</u>
2012	I	<u>0.109 2</u>	0.701 9	0.379 6	0.239 5	0.262 5	0.124 4	0.113 7	0.202 3	0.205 1
	II		<u>0.511 3</u>	0.890 8	0.808 3	0.822 9	0.680 0	0.759 6	0.822 3	0.805 0
	III			<u>0.379 1</u>	0.948 4	0.947 8	0.820 6	0.933 4	0.966 3	0.929 2
	IV				<u>0.292 6</u>	0.843 8	0.670 8	0.976 2	0.928 3	0.844 3
	V					<u>0.312 6</u>	0.956 9	0.876 7	0.973 2	0.990 5
	VI						<u>0.190 2</u>	0.747 4	0.892 7	0.955 9
	VII							<u>0.342 1</u>	0.950 7	0.884 0
	VIII								<u>0.323 5</u>	0.982 2
	IX									<u>0.296 6</u>
2013	I	<u>0.201 1</u>	0.840 6	0.412 0	0.681 4	0.401 6	0.262 3	0.406 3	0.304 9	0.303 2
	II		<u>0.416 7</u>	0.776 8	0.967 4	0.732 4	0.667 6	0.828 1	0.766 3	0.767 8
	III			<u>0.245 9</u>	0.869 1	0.504 8	0.547 1	0.847 5	0.924 6	0.880 0
	IV				<u>0.450 3</u>	0.801 2	0.775 8	0.926 7	0.897 0	0.898 8
	V					<u>0.285 9</u>	0.981 3	0.856 0	0.753 7	0.818 0
	VI						<u>0.246 0</u>	0.883 7	0.804 5	0.863 5
	VII							<u>0.339 4</u>	0.962 8	0.975 8
	VIII								<u>0.261 9</u>	0.993 7
	IX									<u>0.262 8</u>

注:对角线数值为生态位宽度指数值,右上角数值为生态位重叠指数值。I:向日葵螟;II:草地螟;III:黄地老虎;IV:小地老虎;V:螟黄赤眼蜂;VI:伞裙追寄蝇;VII:双斑截尾寄蝇;VIII:中华虎甲;IX:伏虎茧蜂,下同
Note: The temporal niche breadths are the values of diagonal, and the temporal niche overlap index are at the upper right of diagonal. I: *H. nebulul-lum*; II: *L. sticticalis*; III: *A. segetum*; IV: *A. ypsilon*; V: *Trichogramma chilonis*; VI: *E. civilis*; VII: *N. maculosa*; VIII: *C. chinensis*; IX: *M. rubens*. Same as below

总体来讲,甘肃中部旱区害虫的时间生态位宽度均值(2011 年 0.427 1;2012 年 0.323 1;2013 年 0.328 7)均高于主要天敌的生态位宽度均值(2011 年 0.312 1;2012 年 0.293 0;2013 年 0.279 2),说明植食昆虫较天敌在时间上占有较大优势,具有较强利用向日葵田资源的能力;生态位重叠指数较大且基本接近,表明天敌与害虫季节活动大部分一致。同时,害虫之间、天敌之间也表现出对生境资源的竞争。

3 讨论与结论

在甘肃中部旱区向日葵田小生境中,昆虫种群消长动态与寄主植物的生育期关系密切,寄主植物的开花灌浆期是害虫的发生高峰期,与已有报道基

本一致^[12]。研究结果显示,昆虫当代种群大小与前一代的种群大小有关。若以年为单位进行动态分析,相同季节同样显示一定的周期性消长过程,这表明,气候因子对昆虫种群动态有一定影响,但是系统内因是种群动态变化更重要的因子,虽然不适温度、干旱等气候条件对昆虫种群动态有影响,但也是通过影响系统内因如寄主、害虫和天敌起作用。

草地螟是危害最大、发生范围最广的迁飞性害虫。近年在甘肃总体轻发、少发,这与已有研究基本一致^[7~10]。在天敌研究中,笔者认为草地螟寄生天敌对调控寄主种群有重要作用。其中寄生蝇对下一代草地螟种群有重要调控作用,甚至是下个世代草地螟发生数量的关键因素,寄生蝇成虫产卵期与 1 代草地螟幼虫发生期相吻合,寄生率高达 40% 左

右。而寄生蜂主要对寄主当代种群有重要调控作用,这与前人观点一致^[12~14,28]。伞裙追寄蝇和双斑截尾寄蝇均是寄主蛹期化蛹后羽化的优势寄生蝇种类,寄生优势相当。分析其原因,主要是寄生蝇成虫对寄主幼虫不同龄期、不同时间寄生而使天敌发育迟缓所致。

到目前为止,小地老虎在北方的越冬问题缺乏系统的研究报道,笔者对甘肃中部干旱地区向日葵田初步调查显示,同一年份小地老虎成虫发生数量较黄地老虎呈倍数增长,且发生期相对提前 15~30d。1 代老龄幼虫危害严重,是防治的重点时期,而黄地老虎幼虫以 3 龄以后为害最重。中华虎甲与伏虎茧蜂在小地老虎的防治中跟随现象最为明显,但是数量相对太少,因此笔者也认为,针对小地老虎这种多食、暴食性迁飞害虫,尽可能保护助长天敌自然控制效能,扬长避短,综合应用各种控制手段(如线虫、Bt 组合)因时因地进行防治,以达到安全有效、持续控制小地老虎的目的。

不同的时间尺度下系统的昆虫种群动态是不尽相同的,较短时间尺度下的系统规律性较差,相反,较长时间尺度下的系统昆虫行为规律更加平稳^[29]。向日葵田生境系统昆虫种群动态消长也说明了这一点,以年为单位分析,系统动态更加平稳,如 2011 与 2013 年昆虫田间动态消长明显与 2010 与 2012 年不同,更多地体现受外部因素影响。同时生态位分析表明,在时间维度上,天敌与害虫季节活动性基本一致,害虫较天敌具有较强利用环境资源的能力;害虫之间,天敌之间表现出对生境资源利用的较大竞争。相对而言,干旱区向日葵田小生境更易受外界环境、气候等物理因素干扰,草地螟与伞裙追寄蝇和双斑截尾寄蝇之间存在或多或少生态位分离,季节活动性有一定差异,这与前人的研究结果不尽相同^[11~13,21~23],同时昆虫的主要天敌在捕食或者寄生过程中竞争更显激烈。

本文针对甘肃向日葵生产需求,开展主要害虫及优势天敌田间动态研究与时间生态位分析,试验连续 4 年定点田间监测。结果表明,昆虫动态的年度变化曲线相似度较高,规律性较强。生态位指数也从侧面解释了向日葵田小生境昆虫的季节性动态消长过程以及它们之间的跟随与竞争,说明这一研究方法可行,结论客观、科学地反映了昆虫种群动态,具有典型性和代表性;但存在区域与生境局限性,还需开展甘肃不同生态区域、不同生境昆虫群落结构的时空动态变化系统研究,揭示群落内复杂的种内种间关系及寄主物候期和环境因子的影响。

致谢:感谢国家向日葵产业技术体系岗位科学家赵君教授提供虫情测报灯,并在昆虫种类识别、虫态鉴定及试验实施中的指导和建议。

参考文献:

[1] 段晓昱,栾春光,郝彦玲,等. 向日葵遗传转化中抗生素适宜筛选浓度的研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2004,39(3):239-244.

[2] 张总泽,刘双平,罗礼智,等. 内蒙古巴彦淖尔市向日葵螟成灾原因及防治措施[J]. 植物保护, 2010, 36(3):176-178.

[3] 张 智. 北方地区重大迁飞性害虫的监测与种群动态分析[D]. 北京:中国农业科学院,2013.

[4] 徐春婷,黄寿山,刘文惠,等. 人工卵繁殖赤眼蜂实验种群生命表的研究[J]. 生态学报,2003,23(10):2 195-2 198.

[5] Tulgetske G M, Stouthamr R R. Characterization of intersex production in *Trichogramma kaykai* infected with partheno genesis - inducing *Wolbachia* [J]. Naturwissenschaften, 2012,99(2):143-152.

[6] 张 丽,张云慧,曾 娟,等. 2010 年牧区 2 代草地螟成虫迁飞的虫源分析[J]. 生态学报, 2012, 32(8): 2 371-2 380.

[7] 陈 阳,姜玉英,刘家骧,等. 标记回收法确认我国北方地区草地螟的迁飞[J]. 昆虫学报, 2012,55(2):176-182.

[8] Qu X F, Shao Z R, Wang J Q. Analysis of periodic outbreak of meadow moth in agricultural and pastoral area of north China[J]. Entomological Knowledge. 1999,36(1): 11-14.

[9] 曾 娟,姜玉英. 我国 2012 年草地螟发生特点与原因分析[J]. 植物保护, 2014,40(1):142-148.

[10] 曾 娟,姜玉英. 2013 年我国草地螟轻发特点与原因分析[J]. 中国植保导刊, 2014,34(11):46-52.

[11] 李 红,罗礼智,胡 毅,等. 伞裙追寄蝇和双斑截尾寄蝇对草地螟的寄生特性[J]. 昆虫学报, 2008, 51(10):1 089-1 093.

[12] 陈海霞,罗礼智. 双斑截尾寄蝇对寄主种类及草地螟幼虫龄期和寄生部位的选择性[J]. 昆虫学报, 2007, 50(11):1 129-1 134.

[13] 相红燕,刘爱萍,高书晶,等. 草地螟优势寄生性天敌-伞裙追寄蝇生物学特性研究[J]. 草业学报, 2013, 22(3):92-98.

[14] 孔海龙,程云霞,罗礼智,等. 草地螟幼虫饲养密度对伞裙追寄蝇寄生效率的影响[J]. 中国生物防治学报, 2013,29(3):450-454.

[15] 李文静,陆宴辉,高希武,等. 中黑盲蝽对小地老虎和甜菜夜蛾的捕食作用[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(1):205-212.

- [16] Lopatina E B, Kipyatkov V E, Sokolova I V, et al. Adaptive latitudinal variation of the duration and thermal requirements for development in the ground beetle *Amara communis* (Panz.) (Coleoptera, Carabidae) [J]. Entomological Review, 2012, 92 (2): 135 – 145.
- [17] Achim G, Priesnitz K U. How susceptible are different Lepidopteran/Coleopteran maize pests to Bt – proteins; a systematic review protocol [J]. Environmental Evidence, 2014, 3 (12): 1 – 6.
- [18] Clement S L, Rubind W J, McCartney D A. Larviposition response of *Bonnetia comta* to a kairomone of *Agrotis ipsilon* [J]. Entomophaga, 1986, 31 (3): 277 – 284.
- [19] Xiang Y Y, Mao F Y, Zi Z L. Calling behavior and rhythms of sex pheromone production in the black cutworm moth in China [J]. Insect Behav, 2010, 23: 35 – 44.
- [20] Achim G, Kai U P. What is the evidence on the inheritance of resistance alleles in populations of Lepidopteran/Coleopteran maize pest species; a systematic map protocol [J]. Environmental Evidence, 2014, 3 (13): 1 – 5.
- [21] Brust G E, McCartney D A, Stinner B R. Predators reduce black cutworm damage in no tillage corn [J]. Ohn – Report, 1985, 70 (3): 35 – 36.
- [22] Heneidy A E, Hassanein F A. Survey of the parasitoids of the greasy cutworm, *Agrotis ipsilon* (Rott) in Egypt [J]. Anzeiger für Schädlingskde Pflanzenschutz, Umveltschutz, 1987, 60 (8): 155 – 157.
- [23] Zaki E N, Awadallah K J, Gesraha M A. Attractiveness of the parasitoid *Meteorus rubens* (Nees) to hexane extract of *Aghrotis ipsilon* (Hafo) [J]. Anzeiger für Schädlingskde Pflanzenschutz, Umveltschutz, 1995, 68 (6): 140 – 141.
- [24] 贺达汉, 宋永红, 长有德, 等. 宁夏新垦区昆虫群落生态演替及有害种预警系统研究 [J]. 应用与环境生物学报, 2000, 6 (4): 295 – 301.
- [25] 刘向东. 田间昆虫的取样调查技术 [J]. 应用昆虫学报, 2013, 50 (3): 863 – 867.
- [26] Hurlbert S H. The measurement of niche overlap and some relatives [J]. Ecology, 1978, 59 (1): 67 – 77.
- [27] Thompson K, Gaston K J. Range size, dispersal and niche breadth in the herbaceous flora of central England [J]. Ecology, 1999, 87: 150 – 155.
- [28] 李 红, 罗礼智. 草地螟的寄生蝇种类、寄生方式及其对寄主种群的调控作用 [J]. 昆虫学报, 2007, 50 (8): 840 – 849.
- [29] Simon H A. The organization of complex systems [A]. Pttee H H. Hierarch theory [M]. New York: Braziller, 1973. 1 – 27.

(责任编辑:郭学兰)