

向日葵开花物候期与其对欧洲葵螟抗性的关系

刘文明¹, 侯林林¹, 孟瑞霞^{1*}, 白全江², 贾永红¹
(1. 内蒙古农业大学农学院, 内蒙古 呼和浩特, 010019; 2. 内蒙古自治区农业科学院植物保护研究所, 内蒙古 呼和浩特, 010000)

摘要:欧洲葵螟 *Homoeosoma nebulellum* Hübner 是取食向日葵花盘和种仁最为猖獗的害虫。为明确不同向日葵品种开花物候期和抗虫性之间的关系, 选取了 12 个代表性的向日葵品种 (其中食葵 9 个, 油葵 3 个), 在田间调查各品种开花期, 在生理成熟期采用籽粒被害虫情指数评价品种的抗虫性。结果表明: 在所选的 12 个向日葵品种中, 开花期处于 R5.1 ~ R5.2 阶段 (筒状小花开放率在 10% ~ 20%) 的品种适逢葵螟成虫羽化、产卵高峰期, 其受害程度显著高于处于其他花期阶段的向日葵品种。此外, 前期鉴定出的高抗油葵品种 MGS, 由于开花期处在 R5.2 阶段, 所以在本试验中的籽粒被害虫情指数较高; 而高感食葵品种星火因尚未进入开花期, 其籽粒被害虫情指数最低。因此, 实践中在制定播种时期时应根据不同向日葵品种开花物候期的差异, 合理避开成虫发生高峰期, 以减轻向日葵螟的为害。

关键词:欧洲葵螟; 筒状小花; 开花物候期; 籽粒被害虫情指数

中图分类号:S435.655 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-9084(2016)03-0368-05

Relationship between sunflower flowering phenology and host plant resistance to European sunflower moth *Homoeosoma nebulellum*
LIU Wen-ming¹, HOU Lin-lin¹, MENG Rui-xia^{1*}, BAI Quan-jiang², Jia Yong-hong¹
(1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China;
2. Institute of Plant Protection, Academy of Agricultural Sciences of Inner Mongolia, Huhhot 010000, China)

Abstract: European sunflower moth *Homoeosoma nebulellum* Hübner is the most serious pest on sunflower and seeds. To better understand the relationship between plant flowering phenology and host plant resistance to *H. nebulellum*, experiment was conducted to evaluate infestation index of seed from 12 typical sunflower accessions in field. Results showed that sunflowers during R5.1 to R5.2 flowering stages (opened tubular florets accounting for 10-20% of the whole head) were damaged more heavily than those at other flowering stages. The reason could be the coincidental occurring of R5.1-R5.2 flowering stage and the peak of adults moth emergence and oviposition. Oilseed material MGS, identified with higher resistant to sunflower moth, conversely showed higher infestation index of seed than others as its flowering stage was in R5.2 flowering stage. On the contrary, confection cultivar Xinghuo, identified with higher susceptibility, exhibited the lowest infestation index of seed due to its delayed flowering stage. Therefore, planting time should be take into consideration to avoid the occurrence of adults moth and to alleviate its damage.

Key words: *Homoeosoma nebulellum*; Tubular florets; Flowering phenology; Infestation index of seed

内蒙古自治区是当前我国向日葵种植面积最大和产量最高的省区, 其中又以粮油基地的河套地区居首^[1]。欧洲葵螟 (*Homoeosoma nebulella* Hübner, European sunflower moth) 是向日葵上的重要害虫, 属于鳞翅目 (Lepidoptera), 螟蛾科 (Pyralidae), 同斑螟属 (*Homoeosoma* Curtis)。随着向日葵种植面积的扩大, 欧洲葵螟已成为危害向日葵花盘和种仁最为猖獗的害虫, 造成向日葵严重的产量损失和品质下

收稿日期: 2015-12-24
基金项目: 国家自然科学基金 (31160366); 内蒙古自然科学基金 (2015MS0358)
作者简介: 刘文明 (1987-), 男, 山西朔州人, 硕士研究生, 研究方向为害虫综合治理, E-mail: 15904882869@163.com
* 通讯作者: 孟瑞霞 (1967-), 女, 内蒙古呼和浩特人, 教授, 博士, 研究方向为害虫综合治理, E-mail: mengrx@hotmail.com

降^[2-4]。向日葵属于高秆作物,施药防治欧洲葵螟有一定困难,并且极易杀伤向日葵最重要的授粉昆虫,因此目前主要通过调整向日葵种植时间和选用抗虫品种来进行综合防治。

因欧洲葵螟在世界范围内分布的局限性(国外仅在法国和东欧有分布),国内外关于葵螟的研究报道甚少。近年来由于欧洲葵螟在我国向日葵主产区的频繁发生,相关文献逐渐增多^[5-7],有报道表明该虫对不同的向日葵品种有选择性^[3,4,8-10];国外最早为南斯拉夫报道了可用野生向日葵品种作为抗螟种源^[9]。

欧洲葵螟是在向日葵花期花药圈内壁产卵,幼虫嗜食管状小花及花粉,并逐渐蛀入花盘啃食种仁进行为害^[5]。国外主要对其近似种美洲葵螟(*Homoeosoma electellum* Hulst, American sunflower moth)的产卵选择机制进行了一些初步研究。Teetes等^[11]在美国德克萨斯州的田间观察表明,美洲葵螟在向日葵开花后的第3d产卵量最高,而且在开花第6d结束时产卵约完成75%。1978-1980年Depew^[12]在美国堪萨斯州通过田间试验,研究美洲葵螟产卵与向日葵花期间的关系,发现产卵量在向日葵筒状小花开放的第2~4d最大,在筒状小花开放的第7d结束时,产卵已完成84%~90%。因此,新开花的向日葵是最吸引美洲葵螟产卵的场所,而随着花龄的增大和衰老,花粉量减少,向日葵的可选择性也在降低^[12]。Prasifka等^[13]研究了向日葵籽粒果壁硬度在防御美洲葵螟为害中所起的作用,表明孵化7~9d的美洲葵螟喜欢取食果壁硬度弱的向日葵籽粒,然而孵化10d的美洲葵螟对籽粒果壁厚度就没有选择性。

王丹等^[4]近来对向日葵筒状小花和瘦果性状与欧洲葵螟寄主选择的物理机制进行了研究,发现食葵的花盘直径、筒状小花开口、子房壁厚度、瘦果果壁厚度、瘦果果壁茸毛密度均大于油葵,且与籽粒被害虫情指数呈显著正相关关系,但向日葵开花物候期与其受害程度之间的关系还没有研究。由于不同向日葵品种的开花时间不同,本文根据近几年的调查结果进一步筛选了12个代表性的向日葵品种^[3,4],其中油葵品种S31、MGS、内蒙杂4号的花期都相同,并且S31、MGS为抗虫品种;食葵品种的花期从迟到早依次为星火>科阳1号>3638C、X3939、JK102、JK601>JK103>科阳7号、LD5009,并且LD5009、3638C、科阳7号是高感品种,X3939、科阳1号是感虫品种,进一步采用籽粒被害虫情指数进行了田间不同品种的受害程度评价,研究了向日葵开花

物候期与抗虫性之间的关系,为通过调整不同向日葵品种的合理播期来防治葵螟提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

12个品种,其中食葵9个,油葵3个。食葵品种包括:星火,内蒙古杭锦后旗益民种子有限责任公司;LD5009,北京依罗那科技有限公司;科阳1号,内蒙古农牧业科学院作物所;科阳7号,内蒙古农牧业科学院作物所;JK102,吉林省向日葵研究所;JK103,吉林省白城市农业科学院;JK601,安徽华夏农业科技股份有限公司;3638C,内蒙古乌拉特前旗新世种业有限公司;X3939,北京金色谷两种业科技有限公司。油葵品种包括:MGS,北京德农种业有限公司赤峰分公司;S31,北京德农种业;内蒙杂4号,内蒙古农业科学研究院提供。

1.2 方法

1.2.1 向日葵花期的认定与划分 按照Gawrilow^[14]的方法,把向日葵的生长划分为两个阶段,即营养生长阶段和生殖生长阶段(reproductive),生殖生长阶段又分为R-1到R-9九个阶段,R-1即花头和花瓣开始生长的阶段;R-5是开始开花阶段,舌状花完全展开,筒状花明显可见,并根据完全开放的筒状花所占百分率又细分为R5.1~R5.9几个时期(表1)。

1.2.2 葵螟对不同品种向日葵的田间选择性 试验在内蒙古自治区巴彦淖尔市五原县三瑞农业科技有限公司研究院6号地进行,经度为107.06°~108.63°,纬度为40.77°~41.27°,无霜期117~136d,≥10℃的积温3362.5℃,年均降雨量170mm。

参考Charlet等^[16]的评价方法。选取上年葵螟发生严重的地块(葵螟主要以老熟幼虫在危害地块的土壤中越冬),于2015年5月9日上午10时播种12个供试向日葵品种,将供试品种各种4行,行长5m,食葵株距为40cm,油葵株距为30cm,行距均为80cm,采用随机分组设计重复3次,小区间、重复间、试验地四周均设置1m的空地,常规田间管理,自然感虫。待籽粒生理成熟后(2015年8月25日取样)对每一重复收割5个花盘,每一品种共15个花盘,经干燥、脱粒、清洁后,再进行二次抽样,取1000粒种子,按照籽粒被幼虫取食的程度进行分级^[3],计算籽粒被害虫情指数。

籽粒被害虫情指数 = $\sum$ (受害级别值 × 各受害级

别籽粒数量)/(最高受害级别值×调查籽粒总数)

统计分析,用 ANOVA 单因素方差分析比较籽粒被害虫情指数在不同向日葵品种间的差异显著性,并用 LSD 测验进行多重比较。

1.3 数据分析

所有数据均采用 SPSS19.0 数据处理软件进行

表 1 向日葵开花期划分(参考 Schneiter & Miller,1981)^[15]
Table 1 Division of sunflower flowering stage

花期 Flowering stage		花盘形态描述 Description of sunflower head
R4		花序开始开放,从花盘正上方可以看到不成熟的筒状小花 Inflorescence begins to bloom,immature florets are visible from top
R5	R5.1	已经开放的筒状小花占整个花盘的 10% Opened florets accounting for 10 percent of whole head
	R5.2	已经开放的筒状小花占整个花盘的 20% Opened florets accounting for 20 percent of whole head
	R5.3	已经开放的筒状小花占整个花盘的 30% Opened florets accounting for 30 percent of whole head
	⋮	⋮
	R5.9	已经开放的筒状小花占整个花盘的 90% Opened florets accounting for 90 percent of whole head
R6		整个花盘筒状小花完全开放,并且有的开始凋谢 Florets are opened completely and some of them are beginning wilting

2 结果与分析

2.1 不同品种向日葵开花时间及所处的花期

从表 2 可以看出,在 7 月 7 日大多数向日葵品种都显花进入 R4 期,7 月 14 日便进入开花盛期,并且大多数向日葵品种处于 R5.0 ~ R5.2 阶段;其次稍晚开花的是科阳 1 号,7 月 14 日显花进入 R4 阶段,7 月 21 日进入 R5.4 阶段;开花最晚的是品种星火,8 月 4 日才开始显花进入 R4 期,8 月 11 日进入 R5.4 阶段。

表 2 不同品种向日葵开花时间及所处花期
Table 2 Flowering time and flowering stage of different accessions of sunflower

品种 Variety	7 月 7 日 July 7	7 月 14 日 July 14	7 月 21 日 July 21	7 月 28 日 July 28	8 月 4 日 Aug 4	8 月 11 日 Aug 11	8 月 18 日 Aug 18
S31	R4 ± 31.00	R5.3 ± 7.61	R6 ± 15.50				
MGS	R4 ± 14.85	R5.2 ± 8.66	R6 ± 15.93				
内蒙杂 4 号 Neimengza 4	R4 ± 17.24	R5.2 ± 8.76	R5.9 ± 14.21	R6			
3638C	R4 ± 16.83	R5.1 ± 11.85	R5.8 ± 16.23	R6			
X3939	R4 ± 16.37	R5.1 ± 10.50	R5.7 ± 9.28	R6 ± 31.50			
JK601	R4 ± 17.19	R5.1 ± 10.36	R5.9 ± 11.23	R6			
JK102	R4 ± 14.90	R5.1 ± 9.20	R5.9 ± 14.90	R6			
JK103	R4 ± 14.31	R5.2 ± 8.53	R6 ± 13.45				
科阳 1 号 Keyang 1		R4 ± 16.91	R5.4 ± 8.37	R5.9 ± 13.03	R6 ± 32.00		
科阳 7 号 Keyang 7	R4 ± 26.50	R5.3 ± 7.92	R5.9 ± 10.45	R6 ± 27.50			
LD5009	R4 ± 15.39	R5.3 ± 8.30	R5.9 ± 10.93	R6 ± 28.00			
星火 Xinghuo					R4 ± 18.02	R5.4 ± 7.94	R5.9 ± 10.54

注:表中数据为同一品种向日葵所处花期±所有植株所处花期的标准误
Note:Data in the figure are flowering stage of observed sunflower accessions ± SE

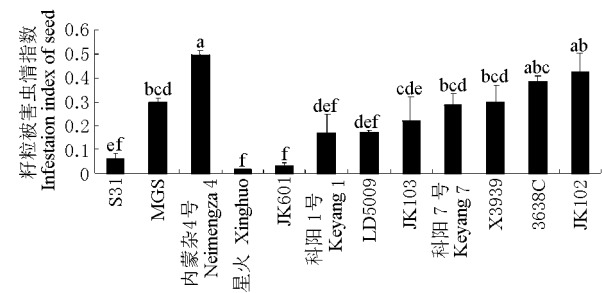
2.2 不同品种向日葵的籽粒被害虫情指数

8 月 25 日的调查结果显示:向日葵的籽粒被害虫情指数在不同品种间存在显著差异($F_{11,24} = 8.622, p < 0.001$),油葵品种内蒙杂 4 号处于 R5.2,其籽粒被害虫情指数最高为 $0.493\ 7 \pm 0.021\ 4$;其次是食葵品种 JK102、3638C 均处于 R5.1,其籽粒被害虫情指数分别为 $0.423\ 2 \pm 0.078\ 4$ 、 $0.382\ 4 \pm 0.024\ 2$;高抗油葵品种 MGS 处于 R5.2,其籽粒被害虫情指数也达到 $0.298\ 8 \pm 0.018\ 5$;而高感品种星火尚未进入开花期,其籽粒被害率最低,仅为 $0.016\ 9 \pm 0.004\ 3$ 。

2.3 不同品种向日葵开花时期与其受害程度的关系

由图 2 可知,不同品种向日葵在筒状小花开放率较低时即 R5.0 ~ R5.3 阶段,才会受到葵螟的危害。其中,处于 R5.2 期的籽粒被害虫情指数最高,均高于 R5.0 期($p = 0.004$)和 R5.3 期($p = 0.025$),和 R5.1 期无显著差异($p = 0.430$);其次是 R5.1

期,其籽粒被害虫情指数高于 R5.0 期($p=0.014$),和 R5.3 期有部分显著差异($p=0.095$);R5.3 期和 R5.0 期的籽粒被害虫情指数没有显著差异($p=0.307$)。因此,处于 R5.1~R5.2 期的向日葵受害最重。



注:图中不同字母表示经 LSD 检验在 $P<0.05$ 水平差异显著
Note: Different letters above the bars indicate significant difference at $P<0.05$ level by LSD test

图 1 不同品种向日葵的籽粒被害虫情指数
Fig. 1 Infestation index of seed among different accessions of sunflower

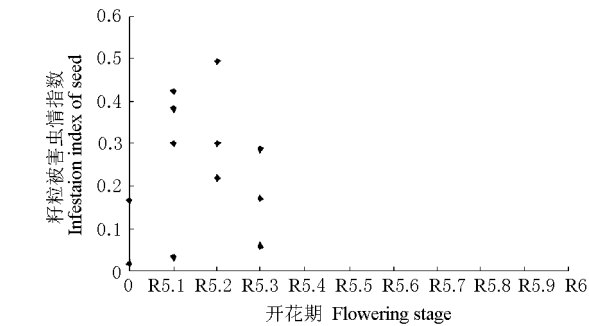


图 2 不同品种向日葵开花期与其籽粒被害虫情指数的关系
Fig. 2 Relationship between flowering stage of different sunflower accessions and infestation index of seed

3 讨论

向日葵整个生长发育期可分为幼苗期、现蕾期、开花期和成熟期 4 个时期。田间有 75% 植株的舌状花开放,即进入开花期^[17]。其中开花期又可细分为 R5.0~R5.9 阶段^[15,18]。7 月中旬向日葵开花期处于 R5.1~R5.2 阶段(筒状小花开放率在 10%~20%)的品种,其受害程度显著高于处于其他花期阶段的向日葵品种。究其原因,7 月 7 日至 7 月 14 日恰好处于欧洲葵螟在内蒙古巴彦淖尔五原县越冬代成虫羽化、产卵高峰期(6 月底至 7 月中旬)^[19],开花盛期适逢欧洲葵螟成虫盛发期,因而受害重。

本次试验结果与已报道的研究结果有所不同。之前普遍认为油葵比食葵品种抗虫,本次试验中油葵品种的受害程度也较高。如高抗油葵品种 MGS^[3,4,20]在本试验中的籽粒被害虫情指数较高,并且高于高感食葵品种科阳 1 号、科阳 7 号^[20],MGS

在本文的播种期为 5 月 9 日,而表现高抗的播种期为 5 月 23 日^[3],这样由于播期的差异导致对欧洲葵螟的敏感性不同,因此 MGS 也应该是避虫品种,而非抗虫品种。而前人研究都认为是高感品种的星火^[3,4,20],本次实验中其籽粒被害虫情指数却最低,因为该品种在欧洲葵螟成虫羽化、产卵高峰期尚未进入开花期,完全躲避过欧洲葵螟的盛发期。杂交品种 JK601 为新的推广栽培品种,受害程度也较处在同一物候期的其他品种低,但其抗虫性目前还未见报道;油葵品种 S31 由于即使在葵螟自然种群较高的选择压力下仍可表现为抗虫^[21],所以受害程度较处在同一物候期的其他品种低。因此,对于以花盘危害为主的欧洲葵螟,调查分析向日葵的开花物候期有助于鉴别品种本身的抗虫性还是开花物候避害性。

国外研究表明,美洲葵螟喜欢将卵产于开花后第 3d 的花盘上,即 R5.0~R5.1 阶段,卵在产下 40~72h 内孵化,这样在向日葵开花 30% 及之后施用杀虫剂,与对照相比美洲葵螟幼虫数量显著降低^[18]。本次对欧洲葵螟的试验结果与美洲葵螟的研究结果基本是一致的。实践中,在制定播种期时应根据当地不同向日葵品种开花物候期的差异,合理避开成虫发生高峰期,以减轻向日葵螟的为害。如星火、科阳 1 号等生育期长的品种可以在常规播种时间进行播种,而对于 3638C、内蒙杂 4 号、MGS、JK102 等生育期短的品种若延迟播期(但也要考虑到二代欧洲葵螟的发生期),则可有效错开欧洲葵螟越冬代成虫羽化、产卵期,从而达到降低危害甚至不受危害的目的。

Pham – Delegue 等^[22]通过色谱分析确定向日葵花的气味有 144 种成分,其中倍半萜酯类^[23,24]占主要部分。因此,处于 R5.1~R5.2 阶段的向日葵其挥发物是否显著招引欧洲葵螟产卵,从而导致其受害程度高于其他花期,以及其籽粒果壁硬度和产卵的关系,都有待今后进一步深入研究。

致谢:感谢内蒙古农业大学向日葵科技创新团队的大力支持。

参考文献:

[1] 吴敏南. 内蒙古巴彦淖尔市向日葵产业发展状况调查与思考[J]. 内蒙古农业科技, 2011(6): 121–123.
[2] 贾永红, 孟瑞霞, 黄志强, 等. 内蒙古河套地区向日葵主要害虫及天敌种类的调查与鉴定[J]. 内蒙古农业大学学报, 2009, 30(3): 78–80.
[3] 贾永红, 孟瑞霞, 李德智, 等. 向日葵螟对不同向日葵

品种的寄主选择性[J]. 应用昆虫学报,2012,49(2): 464 – 470.

[4] 王 丹,赵艳平,孟瑞霞,等. 向日葵筒状小花和瘦果性状与欧洲葵螟寄主选择的关系[J]. 植物保护学报, 2014,41(3):298 – 304.

[5] 王满贵,乔晓霞,苏元红,等. 河套地区向日葵螟防治技术[J]. 内蒙古农业科技,2007(7):122 – 123.

[6] 徐利敏,云晓鹏,李 杰,等. 不同播种期对向日葵螟抗虫性的影响[J]. 内蒙古农业科技,2008(6):45 – 46.

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

[8] 俞世蓉. 向日葵抗螟品系瘦果果壁的解剖比较和两个性状的遗传分析[J]. 南京农业大学学报,1982(2):22 – 29.

[9] Dozet B,Bedov M,Atlagic J,et al. Wild sunflower species – sources of resistance to the sunflower moth (*Homoeosoma nebulella* Hubner; *Homoeosoma electellum* Hulst) [J]. Helia,1993,16(19):55 – 60.

[10] 沙洪林,晋齐鸣,李 红,等. 吉林省向日葵品种资源抗向日葵螟鉴定[J]. 吉林农业科学,2004,29(2):33 – 35,37.

[11] Teetes G L,Randolph N M. Some new host plants of the sunflower moth in Texas[J]. J Econ Entomol,1969,62(1):264 – 265.

[12] Depew L J. Sunflower moth (Lepidoptera: Pyralidae): Oviposition and chemical control of larvae on sunflowers [J]. Journal of Economic Entomology,1983,76;1 164 – 1 166.

[13] Prasifka J R,Hulke B S,Seiler G J. Pericarp strength of sunflower and its value for plant defense against the sunflower moth, *Homoeosoma electellum* [J]. Arthropod – Plant Interactions,2014,8(2):101 – 107.

[14] Gawrilow I. Vegetable oil useage in lubricants[J]. Inform,2004,15(11):702 – 704.

[15] Schneiter A A,Miller J F. Description of sunflower growth stages[J]. Crop Science,1981,21(6):901 – 903.

[16] Charlet L D,Aiken R,Miller J,et al. Prospects and challenges in developing sunflower with resistance to seed and stem infesting insects[OL]. Proceedings of the 28th Sunflower Research Workshop,Fargo;National Sunflower Association. 2006, <http://www.Sunflowernsa.com/research/research-workshop/documents/Charlet-Stem-Weevils>.

[17] 施树楠. 向日葵的生长特性[J]. 养殖技术顾问,2012(12):227.

[18] Seymour R C,Hein G L,Weed R. NF422 sunflower head moth management[OL]. Historical Materials from University of Nebraska – Lincoln Extension, 2000, Paper 110. <http://digitalcommons.unl.edu/extensionhist/110>

[19] 白全江,云晓鹏,徐利敏,等. 向日葵螟成虫种群消长动态和空间分布型[J]. 应用昆虫学报,2013,50(3):777 – 783.

[20] 云晓鹏,白全江,杜 磊,等. 向日葵品种抗向日葵螟鉴定及抗性评价方法[J]. 中国油料作物学报,2014,36(3):380 – 384.

[21] 白全江,黄俊霞,韩 城,等. 向日葵不同播期对向日葵螟避害效果研究[J]. 中国农学通报,2011,27(9):362 – 367.

[22] Pham – Delegue M H,Etievant P,Guichard E,et al. Chemicals involved in honeybee – sunflower relationship [J]. Journal Chemical Ecology, 1990, 16: 3 053 – 3 065.

[23] Spring O,Rodon U,Macias F A. Sesquiterpenes from noncapitate glandular trichomes of *Helianthus annuus* [J]. Phytochemistry,1992,31;1 541 – 1 544.

[24] 索茂荣,杨峻山. 向日葵属植物倍半萜类化学成分及其生物活性研究概况[J]. 中草药,2006(1):135 – 140.

(责任编辑:郭学兰)