

玉米田间关键因素对草地贪夜蛾性诱效果的影响

卢军帅¹, 卢冠霖^{2*}, 王作慰³, 王兴富¹, 胡旭芳¹, 闫晓蓉¹, 张婷¹

(1. 甘肃省白银市平川区农业技术推广中心, 白银 730913; 2. 甘肃省白银赛诺生物科技有限公司, 白银 730913; 3. 甘肃省白银市植物保护站, 白银 730900)

摘要 在不同生育期玉米田中将中捷、纽康、百乐宝3种性诱芯分别置于中捷罐形、纽康锥桶形两种诱捕器中, 分析对比其对草地贪夜蛾雄成虫的诱捕效果。结果表明, 两种诱捕器对雄成虫的诱捕效果差异不显著; 而中捷、纽康、百乐宝3种诱芯对草地贪夜蛾雄成虫诱捕效果存在显著差异, 诱捕效果表现为: 百乐宝>纽康>中捷。玉米生育期与草地贪夜蛾生存繁殖有着密切关系, 虫口数量与玉米生育天数呈显著负相关, 复种玉米苗期和拔节期是草地贪夜蛾幼虫活动取食最嗜好的时期。草地贪夜蛾的活动与傍晚田间气温存在显著相关性, 周平均最低气温6.3~15℃时诱蛾量与周平均傍晚气温呈显著正相关。

关键词 草地贪夜蛾; 性诱芯; 玉米生育期; 最低气温

中图分类号: S431.2 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019709

Effect of key factors on sexual trapping of *Spodoptera frugiperda* in corn field

LU Junshuai¹, LU Guanlin^{2*}, WANG Zuowei³, WANG Xingfu¹,
HU Xufang¹, YAN Xiaorong¹, ZHANG Ting¹

(1. Agricultural Technology and Extension Center of Pingchuan District of Baiyin City, Gansu Province, Baiyin 730913, China; 2. Baiyin Sainuo Biological Technology Co., Ltd., Gansu Province, Baiyin 730913, China; 3. Baiyin Plant Protection Station, Gansu Province, Baiyin 730900, China)

Abstract Three kinds of sexual lure cores, Zoje, Newkang and Bailebao, were placed into two kinds of traps, Zoje can trap and Newkang cone barrel trap in corn fields at different growth stages of corn to investigate their trapping effect to *Spodoptera frugiperda*. The trapping effect on male adults of *S. frugiperda* showed no significant difference between two types of traps, but trapping effect of the three kinds of sexual lure cores showed significant difference, of which Bailebao is the best one, and the Zoje showed the lowest trapping effect. The growth stage of corn has great influence on survival and reproduction of *S. frugiperda*. The number of trapped moth showed a significant negative correlation to the growth days of corn, at the seedling and jointing stage of multiple cropping maize is the best growing stage for the *S. frugiperda* larvae to eat and act. Our results also showed significant correlation between night activities of moths and field temperature in the evening. Weekly average evening temperature has positive correlation with the number of trapped male moths when weekly average lowest temperature between 6.3℃ and 15℃.

Key words *Spodoptera frugiperda*; sexual lure cores; corn growth period; lowest temperature

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* 属夜蛾科灰翅夜蛾属, 是全球预警的跨境迁飞性重大农业害虫。草地贪夜蛾今年迁入我国境内后不断繁殖, 已成为严重威胁我国粮食生产的重大入侵害虫, 生产上需要精准的测报技术为防治提供指导^[1-3]。根据草地贪夜蛾成虫对光和性信息素的趋性可于夜晚进

行种群诱测。国际上北美洲和非洲国家广泛应用雌性性信息素来监测和诱杀草地贪夜蛾成虫, 国内学者也应用性诱技术来监测探明草地贪夜蛾种群发生分布区域、预测卵和幼虫发生期和发生程度^[4]。尽管国内外学者对草地贪夜蛾的迁飞轨迹, 发生分布现状和田间为害特征, 以及草地贪夜蛾成虫、卵、幼

收稿日期: 2019-12-23 修订日期: 2020-01-03

基金项目: 中央一般性转移支付病虫害控制(2130108)

* 通信作者 E-mail: 2289286044@qq.com

虫、蛹等不同虫态的种群监测方法都做了系统的研究^[4-8],在监测和防控方面有诸多报道^[9-13]。但有关玉米不同生育期、傍晚田间温度等影响草地贪夜蛾性诱效果的报道并不多见。本研究分析了诱芯种类、玉米生育期、田间气温对性诱剂田间性诱效果的影响,通过对比诱集到的雄蛾数量差异,总结出草地贪夜蛾成虫活动最频繁,虫害最易发生地块的田间环境特征,为提高草地贪夜蛾监测预报的精准性提供帮助。以周平均气温为单元研究草地贪夜蛾与田间气温的关系,可避免因天气突变导致的日平均气温偏离造成的误差,使研究结果更为可靠。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

甘肃省白银市平川区地处 36°10' N~37°00' N, 104°18' E~105°26' E, 主要农作物分布在海拔 1 350~2 200 m 内。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温可达 3 350 $^{\circ}\text{C}$, 玉米播种面积占全部农作物种植面积的 1/3 以上。春玉米播期相差 30~40 d。辖区内还有玉米制种田和麦后复种的饲草用玉米。玉米各生育期存在重叠, 为玉米虫害大发生提供了有利条件。

1.2 材料

诱捕器选择北京中捷四方生物科技股份有限公司生产的罐形(中捷罐形)、宁波纽康生物技术有限公司生产的锥桶形(纽康锥桶形)两种诱捕器,在两种诱捕器中均配置中捷、纽康、百乐宝 3 种性诱芯,单个诱捕器配置 1 种性诱芯为 1 套。除百乐宝诱芯(深圳百乐宝生物农业科技有限公司生产)由白银市植保站提供外,其他产品均由成都比昂科技有限公司提供。

1.3 研究方法

2019 年分别在平川区产种、制种和复种玉米田选择处于不同生育期,集中连片,面积在 10 000.1 m² 以上且有代表性的地块作为草地贪夜蛾性诱捕器安装点,共设 68 个监测点。产种玉米田 56 个点,共安装中捷罐形和纽康锥桶形诱捕器各 84 个,均匀配置中捷、纽康、百乐宝 3 种性诱芯,共 168 套;制种玉米田 6 个点,安装两种诱捕器各 9 个,均匀配置 3 种性诱芯,共 18 套;复种玉米田 6 个点,安装两种诱捕器各 9 个,均匀配置 3 种性诱芯,共 18 套。

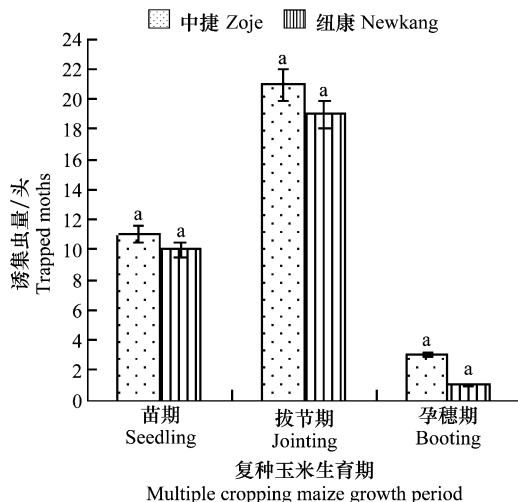
参考刘杰等^[4]的方法每个监测点安装同种诱捕器分别配置 3 种性诱芯的 3 套诱捕器。两种不同型

号的诱捕器在相邻两个监测点上交替安装。产种和制种玉米田 7 月 12 日—15 日安装,复种玉米田 8 月 5 日安装。诱捕器间隔距离不小于 50 m,诱捕器每月更换 1 次性诱芯。各诱捕器安装后每天观察诱捕情况,以周为时间单元统计各点诱集到的草地贪夜蛾雄虫数量,并记载玉米生育期天数,以及田间温度、降雨等气象数据。同时对相关玉米田块每 3 d 进行 1 次细致踏查,参考农业农村部专家及 FAO 制定的草地贪夜蛾测报调查方法,采用五点取样,每个样点调查 10 株^[4,14],重点查看幼嫩的心叶和雄穗苞叶有无幼虫及为害症状,同时观察记载幼虫的龄期。从诱到草地贪夜蛾雄成虫起以单周诱虫量为数据单位,分析玉米不同生育期、不同诱捕器及性诱芯,田间气温及玉米种植模式等对诱捕效果的影响。采用 SPSS 22.0 软件和 Excel 进行数据分析和绘制图表。

2 结果与分析

2.1 不同诱捕器、诱芯对诱捕结果的影响

由图 1 可见,在玉米不同生育期,等额配置 3 种诱芯的中捷罐形和纽康锥桶形两种诱捕器对草地贪夜蛾雄成虫诱捕效果没有显著差异。但不同诱芯的诱捕效果存在差异(图 2),在苗期百乐宝诱芯诱集效果显著高于中捷诱芯,与纽康诱芯无显著差异;拔节期百乐宝诱芯诱集效果显著优于纽康和中捷诱芯,后两者无显著差异。在孕穗期 3 种诱芯诱集效果差异不显著。



不同小写字母表示 0.05 水平差异显著。下同
Different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level by LSD. The same applies below

图 1 不同诱捕器对草地贪夜蛾诱捕效果的影响

Fig. 1 Trapping effect of every trap on *Spodoptera frugiperda*

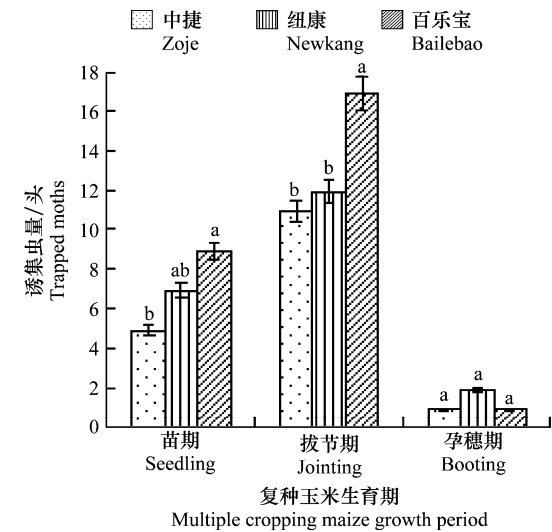


图 2 不同性诱芯对草地贪夜蛾诱捕效果的影响
Fig. 2 Trapping effect of every sexual lure cores on *Spodoptera frugiperda*

2.2 玉米不同生育期对诱捕效果的影响

由表 1 可见,8 月 17 日始在大黄湾一带诱集到

草地贪夜蛾雄成虫的地块集中在复种玉米田,玉米处于苗期至拔节期;在同一区域相距上述复种玉米地块不足 1 km 的制种玉米上只诱集到 1 头成虫,时间为 9 月 1 日,正值制种玉米的灌浆后期。在吊沟一带开始诱集到成虫时间为 8 月 28 日,共诱集到草地贪夜蛾雄成虫 3 头,全在制种玉米的抽雄后期。自 7 月 15 日至 10 月 12 日整个监测过程中只在大黄湾复种玉米上发现了草地贪夜蛾幼虫,最初发现幼虫时间为 8 月 16 日,说明白银市平川区草地贪夜蛾由外地迁飞入境的时间为 8 月上、中旬。迁入的草地贪夜蛾首先在幼嫩的玉米上发生为害,随着虫口数量的增加才逐渐蔓延到生长后期的玉米上。

由表 2、3 可见,性诱剂诱捕到的草地贪夜蛾雄成虫数量和玉米生长天数呈显著负相关,表明玉米生育期越靠后,对草地贪夜蛾的吸引力越差,生育期越是靠前的玉米对草地贪夜蛾的吸引力越强,特别是苗期、拔节期的幼嫩植株是草地贪夜蛾最喜欢取食为害的对象。

表 1 玉米各生育期对草地贪夜蛾雄成虫诱捕数量的影响¹⁾

Table 1 Effect of corn growth period on the number of trapped male moth

玉米生育期 Corn growth period	地点 Site	诱虫数/ 头 Catches	周最大虫量/头 Weekly maximum catches	高峰期 Peak period	始诱虫 日期/月-日 Date of first trapped adult	发现幼虫时间/ 月-日 Date of first found larvae	始见幼 虫龄期 Instar of first found larvae	种植模式 Cropping pattern
苗期至孕穗期 Seedling stage to booting	大黄湾	65	14	09-01-09-07	08-17	08-16	1~3 龄	复种
灌浆期 Filling stage	大黄湾	1	1	09-01-09-07	09-01	—	—	制种
抽雄期 Tasseling stage	吊沟	3	2	08-25-08-31	08-28	—	—	制种

1) 表中仅列出诱捕到雄虫的监测点。
Only sites trapped male moths are listed in the table.

表 2 玉米不同发育阶段的诱虫量¹⁾

Table 2 Number of trapped male moth and field temperatures at different growth period of maize plants

日期/月-日 Date	种植模式 Cropping pattern	植株生长天数/d Plants growing days	对应生育期 Growth period	周傍晚平均气温/℃ Weekly average evening temperature	诱捕雄虫量/头 Catches of male moth
08-11-08-17	复种	16	苗期	28.1	2
08-18-08-24	复种	23	苗期	24.9	7
08-25-08-31	复种	30	苗期	24.1	12
09-01-09-07	复种	37	拔节期	26.0	14
09-08-09-14	复种	44	拔节期	21.2	12
09-15-09-21	复种	51	拔节期	19.4	9
09-22-09-28	复种	58	拔节期	21.1	5
09-29-10-05	复种	65	孕穗期	20.6	4
10-06-10-12	复种	72	孕穗期	15.2	0
08-25-08-31	制种(吊沟)	96	抽雄期	25.1	3
09-08-09-14	制种(吊沟)	103	灌浆期	20.0	0
09-01-09-07	制种(大黄湾)	110	灌浆期	26.0	1
09-08-09-14	制种(大黄湾)	117	成熟期	21.7	0

1) 植株生长天数以每个周六为统计日;周傍晚平均气温为每日 20:00 时周平均值。
The plant growth days were counted on each Saturday, and the average evening temperature was a weekly average at 20: 00 every day.

表 3 周平均最低气温(6.3~15℃)、诱虫量和玉米生长天数相关性分析¹⁾

Table 3 Correlation analysis among the number of trapped adults, corn growth days and lowest weekly average temperature (6.3—15℃)

参数 Parameter	玉米生长天数 Corn growth days	周平均最低气温 Lowest weekly average temperature	周傍晚平均气温 Weekly average evening temperature
诱捕雄成虫数量 Trapped male moth quantity	—0.728 *	0.846 **	0.745 *
玉米生长天数 Corn growth days	—	—0.962 **	—0.859 *
周平均最低气温 Lowest weekly average temperature	—	—	0.940 **

1) 表中数据为相关系数,**和*分别表示在 $P<0.01$ 、 $P<0.05$ 水平极显著和显著相关。
Data in the table are correlation coefficients, ** and * indicates significant correlation at 0.01 and 0.05 levels.

2.3 傍晚气温对诱捕效果的影响

表 2 显示,复种玉米田间周平均傍晚气温在 19.4~28.1℃时能诱捕到草地贪夜蛾雄成虫,当周平均傍晚气温在 15.2℃时未诱捕到雄蛾,说明傍晚玉米田间气温的高低对草地贪夜蛾雄成虫的活动有影响。由表 3 可知周平均最低气温与周傍晚平均气温为极显著正相关,田间周平均最低气温 6.3~15℃时,诱捕到的雄蛾量与周傍晚平均气温显著正相关。

2.4 田间最高、最低气温对诱捕效果的影响

复种玉米田间单日最高气温在 17~33℃,周

平均最高气温为 20.4~32.1℃(图 3)的范围内都能诱捕到雄蛾;田间最低气温在 8~18℃,周平均最低气温为 9.3~16.3℃(图 3)时仍然能诱到雄蛾;周平均气温在 15~28℃时诱捕虫量最大。随着天气转凉,单日最低气温降至 8℃以下,周平均最低气温 6.3℃时,没有诱到雄蛾。由此可推断 8℃是草地贪夜蛾雄成虫在玉米田活动的极限低温。由图 3、表 3 可见周平均最低气温 6.3~15℃时诱虫量与玉米田间周平均最低气温呈极显著正相关。

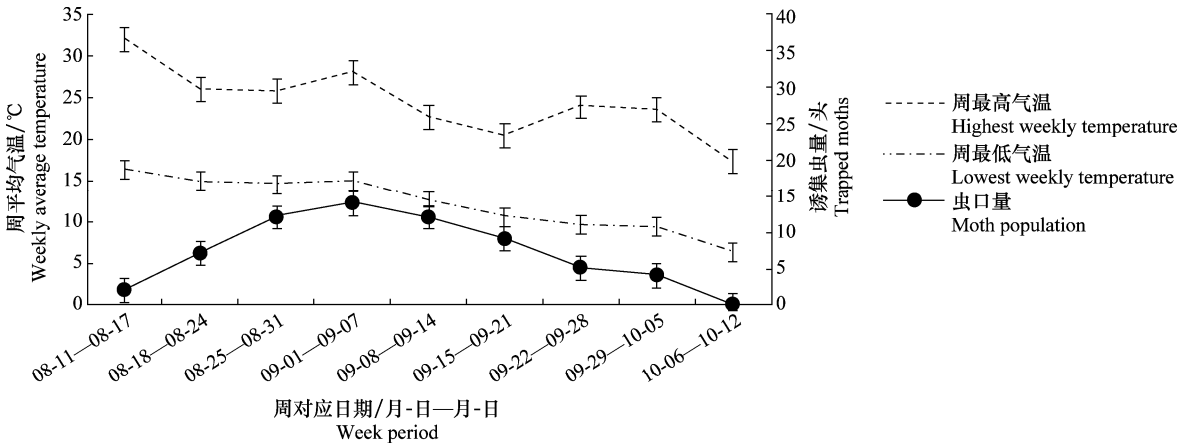


图 3 复种玉米田周平均最高、最低气温对草地贪夜蛾诱捕效果的影响

Fig. 3 Effect of the highest and lowest temperature on trapping male adults of *Spodoptera frugiperda* in the field of multiple cropping corn

3 结论与讨论

使用性信息索引诱雄蛾至诱捕装置中是监测草地贪夜蛾种群动态的一种高效手段^[15-16]。本试验结果表明,中捷罐形和纽康锥桶形两种诱捕器对草地贪夜蛾雄成虫诱捕效果无显著差异;而中捷、纽康、百乐宝 3 种性诱芯对草地贪夜蛾的诱捕效果存在显著差异,诱捕效果百乐宝>纽康>中捷;这与和伟等^[8]的研究结果基本一致。玉米生育期与草地贪夜

蛾生存繁殖有着密切的关系,草地贪夜蛾嗜好幼嫩的玉米植株。本研究还发现在复种玉米田诱捕到的草地贪夜蛾数量与傍晚田间气温存在显著相关性,周平均最低气温 6.3~15℃时诱集的雄虫数量与周傍晚平均最低气温呈显著正相关。
草地贪夜蛾入侵我国以来,由南向北迁飞蔓延^[7-8,17-18],迁入甘肃省白银市平川区的时间在 8 月上旬,此时本地种玉米已进入灌浆期,而复种玉米正处于苗期,对苗期玉米嗜好性极强的草地贪夜蛾

幼虫首先在复种玉米田被发现。性诱芯诱捕到成虫主要来源于处于苗期和拔节期的复种玉米田,占到诱集虫口量的 94.2%,其余虫量来源于抽雄期和灌浆初期的制种玉米田;相对而言处于生长后期的产种玉米田间均未诱到雄成虫。包括安装在大黄湾东南方向的早平川村、吊沟村产种玉米田附近的两套高空测报灯,也未诱集到草地贪夜蛾成虫,其中早平川村的高空测报灯安装点距大黄湾复种玉米田直线距离不足 2 km;8 月上旬大黄湾复种玉米田周边的产种玉米已经是灌浆后期至乳熟期,安装于其间的性诱捕器未诱到雄成虫。说明草地贪夜蛾在玉米苗期、拔节期的幼嫩植株上活动为害几率远大于在玉米生长后期植株上的为害几率。研究害虫对寄主偏好性更有利于掌握田间害虫发生动态^[19-20],草地贪夜蛾对幼嫩玉米具有极高的趋性是源于玉米幼嫩植株挥发的化学物质和形态特征等^[21-24]。在监测时重点关注玉米苗期至孕穗期的田块,利用草地贪夜蛾对幼嫩玉米趋性强的特点,可及时发现有无虫害发生,从而达到准确的预报虫情。

温度是影响草地贪夜蛾分布地区的主要环境因素,姜玉英等^[18]、何莉梅等^[25]、鲁智慧等^[26]、Schlemmer^[27]国内外专家针对草地贪夜蛾正常生长发育和最适宜温度进行了大量的研究报道。多数学者认为 15℃ 以下的温度不利于草地贪夜蛾的生长繁殖。草地贪夜蛾首次入侵平川区,迁飞来的时间较晚,复种玉米田间周平均气温在 9.3~32.1℃ 之间时能够诱捕到草地贪夜蛾,而单日最低气温低于 8℃ 时未诱捕到,进而验证了温度对昆虫迁飞有显著影响^[28]。而草地贪夜蛾抗寒能力对种群存在的影响更大^[29],研究 15℃ 以下的玉米田间最低气温与诱捕效果之间的关系,更能准确反映出温度对草地贪夜迁飞、繁殖、取食为害的影响;在周平均最低气温 6.3℃ 时,已经诱捕不到雄蛾,在田间单日气温高于 8℃ 时布设诱捕器才能对草地贪夜蛾雄成虫有监测效果。而以田间周平均气温为数据单元可避免由于天气突变而引起的误差,使研究结果更为可靠。

参考文献

- [1] 赵胜园,杨现明,和伟,等. 草地贪夜蛾卵巢发育分级与繁殖潜力预测方法[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 28-34.
- [2] 姜玉英,刘杰,朱晓明,等. 草地贪夜蛾侵入我国的发生动态和未来趋势分析[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(2): 33-35.
- [3] 刘刚. 全国农技中心通报我国及周边国家草地贪夜蛾发生为

- 害情况[J]. 农药市场信息, 2019(9): 59.
- [4] 刘杰,姜玉英,刘万才,等. 草地贪夜蛾测报调查技术初探[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(4): 44-47.
- [5] 吴秋琳,姜玉英,吴孔明. 草地贪夜蛾缅甸虫源迁入中国的路径分析[J]. 植物保护, 2019, 45(2): 1-6.
- [6] United States Agency for International Development, The International Maize and Wheat Improvement Center, The CGIAR Research Program on Maize. Fall armyworm in Africa: a guide for integrated pest management [R]. 2018.
- [7] 吴秋琳,姜玉英,胡高,等. 中国热带和南亚热带地区草地贪夜蛾春夏两季迁飞轨迹的分析[J]. 植物保护, 2019, 45(3): 1-9.
- [8] 和伟,赵胜园,葛世帅,等. 草地贪夜蛾种群性诱测报方法研究[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 48-53.
- [9] 赵胜园,杨现明,杨学礼,等. 8 种农药对草地贪夜蛾的田间防治效果[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 74-78.
- [10] 杨普云,朱晓明,郭井菲,等. 我国草地贪夜蛾的防控对策与建议[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 1-6.
- [11] 崔丽,芮昌辉,李永平,等. 国外草地贪夜蛾化学防治技术的研究与应用[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 7-13.
- [12] 李永平,张帅,王晓军,等. 草地贪夜蛾抗药性现状及化学防治策略[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 14-19.
- [13] 吴超,张磊,廖重宇,等. 草地贪夜蛾对化学农药和 Bt 作物的抗性机制及其治理技术研究进展[J]. 植物保护学报, 2019, 46(3): 503-513.
- [14] FAO. Integrated management of the fall Armyworm on maize: A guide for farmer field schools in Africa [R]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018.
- [15] 郑丽霞,吴兰花,余玲,等. 昆虫类信息素研究进展及应用前景[J]. 植物保护学报, 2018, 45(6): 1185-1193.
- [16] 刘万才,黄冲. 我国农作物现代病虫害测报建设进展[J]. 植物保护, 2018, 44(5): 159-167.
- [17] 葛世帅,何莉梅,和伟,等. 草地贪夜蛾的飞行能力测定[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 28-33.
- [18] 姜玉英,刘杰,谢茂昌,等. 2019 年我国草地贪夜蛾扩散为害规律观测[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 10-19.
- [19] 李定银,邹军锐,张涛,等. 草地贪夜蛾对 4 种寄主植物的偏好性[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 50-54.
- [20] 马世骏. 谈农业害虫的综合防治[J]. 昆虫学报, 1976, 19(2): 129-141.
- [21] 张文璐,王文强,白树雄,等. 亚洲玉米螟雌蛾产卵偏好寄主植物的筛选及对萹草挥发性化学成分的电生理反应[J]. 昆虫学报, 2018, 61(2): 224-231.
- [22] 杜永均,严福顺. 植物挥发性次生物质在植食性昆虫、寄生植物和昆虫天敌关系中的作用机理[J]. 昆虫学报, 1994, 37(2): 233-250.
- [23] 蒋世雄,张蕾,程云霞,等. 植物挥发物对黏虫性诱剂引诱效果的影响[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 138-144.
- [24] 吴正伟,师沛琼,曾永辉,等. 3 种寄主植物饲养的草地贪夜蛾种群生命表[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 59-64.

sunflower broomrape, *Orobanche cumana* Wallr., in Morocco [J]. Plant Disease, 2018, 102(2):457-458.

[6] 白全江, 云晓鹏, 高占明, 等. 内蒙古向日葵列当发生危害及其防治技术措施[J]. 内蒙古农业科技, 2013(1): 75-76.

[7] 辽宁省农科院情报资料室. 向日葵资料汇集[J]. 辽宁农业科学, 1975(5): 9-43.

[8] 李扬汉. 向日葵列当[M]//浙江农业大学. 植物检疫. 上海: 上海科学技术出版社, 1979.

[9] 周宗璜, 张志澄, 李玉. 吉林省发现向日葵列当初报[J]. 吉林农业大学学报, 1980(2): 75-76.

[10] 李作富, 纪守祥, 李庆祥, 等. 黑龙江省发现向日葵列当初报[J]. 植物检疫, 1982(5): 28-30.

[11] 沈金和, 张自堂. 凉城县农业杂草情况调查[J]. 内蒙古农业科技, 1985(2): 31-33.

[12] 刘淑杰, 李淑荣. 乌兰浩特市向日葵列当的防治[J]. 植物检疫, 1999, 13(2):127.

[13] 王鹏冬, 杨新元, 张学武, 等. 陕西省向日葵列当初报[J]. 山西农业科学, 2003, 31(2):75-77.

[14] 胡建芳, 马红红. 隰县向日葵列当发生成因及其防治技术初探[J]. 运城学院学报, 2004, 22(5): 32-33.

[15] 陈秀芳. 定边县向日葵列当发生原因及综合防治措施[J]. 现代农业科技, 2010(15): 215-217.

[16] 张映合, 陈卫民. 伊犁地区向日葵列当的危害调查与防治技术研究[J]. 现代农业科技, 2011, 12:184-185.

[17] 王亚娇, 纪莉景, 栗秋生, 等. 寄生性杂草列当的种类调查及鉴定[J]. 杂草科学, 2015, 33(3):6-10.

[18] 李欢欢. 布尔津县向日葵列当发生规律与预防措施[J]. 新疆农业科技, 2017(3):48.

[19] 孙昌. 巴彦淖尔市向日葵列当综合防控技术研究[J]. 现代农业, 2017(1):28-29.

[20] 高燕平, 高有才, 梁亚芳. 向日葵列当在吕梁的发生危害及综合防治措施[J]. 植物检疫, 2018, 32(3):81-83.

[21] LOSNER-GOSHEN D, PORTNOY V, MAYER A M, et al. Pectolytic activity by the haustorium of the parasitic plant *Orobanche* L. (Orobanchaceae) in host roots [J]. Annals of Botany, 1998, 81: 319-326.

[22] HATCHER P E, FROUD-WILLIAMS R J. Weed research: expanding horizons [M]. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd, 2017: 313-346.

[23] 关洪江. 黑龙江省向日葵列当发生危害与初报[J]. 作物杂志, 2007(4):86-87.

[24] 崔超, 王靖, 王海伟, 等. 不同列当寄生严重度对向日葵产量形成及生理特性的影响[J]. 中国油料作物学报, 2016, 38(4): 518-523.

[25] ŞUMĀLAN R M, SUMALAN R L, COPOLOVICI L, et al. Research on sunflower oil quality in the case of *Orobanche cumana* attack [J]. Research Journal of Agricultural Science, 2016, 48(3):34-38.

[26] CASTEJÓN-MUÑOZ M, ROMERO-MUNOZ F, GARCIA-TORRES L. Control of broomrape (*Orobanche cernua*) in sunflower (*Helianthus annuus* L.) with glyphosate [J]. Crop Protection, 1990, 9:332-336.

[27] ALY R, GOLDWASSER Y, EIZENBERG H, et al. Broomrape (*Orobanche cumana*) control in sunflower (*Helianthus annuus*) with imazapic [J]. Weed Technology, 2001(5): 306-309.

[28] KLEIN O, KROSCHER J. Biological control of *Orobanche* spp. with *Phytomyza orobanchia*, a review [J]. Biocontrol, 2002, 47:245-277.

[29] GRESSEL J. Crops with target-site herbicide resistance for *Orobanche* and *Striga* control [J]. Pest Management Science, 2009, 65:560-565.

[30] 孔令晓, 王连生, 赵聚莹, 等. 烟草及向日葵上列当 *Orobanche cumana* 的发生及其生物防治[J]. 植物生理学报, 2006, 36(5):466-469.

[31] 段永辉, 张新建, 陈卫民. 48%仲丁灵乳油防除向日葵列当效果研究[J]. 现代农业科技, 2010(11): 154-155.

[32] 冷廷瑞, 姚德军, 李秀华, 等. 吉林省向日葵列当防治药剂筛选[J]. 黑龙江农业科学, 2014(11):63-65.

[33] 傅丽铭, 张文凤, 程凯, 等. 防治向日葵列当[J]. 植物保护, 1987, 13(4): 36.

[34] 白全江, 云晓鹏, 杜磊, 等. 抗除草剂新品种防除向日葵列当用药技术研究[J]. 北方农业学报, 2018, 46(4): 77-81.

[35] 苏雅杰, 王喜春, 云晓鹏, 等. 抗向日葵列当新品种新农 177 的选育及栽培技术[J]. 北方农业学报, 2018, 46(3): 22-25.

[36] 石必显, 雷中华, 吴伟, 等. 不同向日葵品种资源室内抗列当水平鉴定[J]. 新疆农业科学, 2016, 53(1): 108-113.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 246 页)

[25] 何莉梅, 葛世帅, 陈玉超, 等. 草地贪夜蛾的发育起点温度、有效积温和发育历期预测模型[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 18-26.

[26] 鲁智慧, 和淑琪, 严乃胜, 等. 温度对草地贪夜蛾生长发育及繁殖的影响[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 27-31.

[27] SCHLEMMER M. Effect of temperature on development and reproduction of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) [D]. Evanston: North-West University, 2018.

[28] 谢殿杰, 张蕾, 程云霞, 等. 温度对草地贪夜蛾飞行能力的影响[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 13-17.

[29] 张智, 郑乔, 张云慧, 等. 草地贪夜蛾室内种群抗寒能力测定[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 43-49.

(责任编辑: 杨明丽)