

花蓟马与向日葵籽粒锈斑发生的关系

渠 汇¹, 陈 磊¹, 张文兵¹, 张 键¹, 云晓鹏², 刘 俊³,
赵 君¹, 李海平^{1*}

(1. 内蒙古农业大学园艺与植物保护学院, 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古农牧业科学院植物保护研究所, 呼和浩特 010020;
3. 内蒙古乌拉特前旗农技推广中心, 巴彦淖尔 014400)

摘要 向日葵是我国重要的油料经济作物, 籽粒锈斑近几年在向日葵籽粒上发生, 严重影响向日葵籽粒的品质, 然而关于向日葵籽粒锈斑的成因目前并不清楚。本文在内蒙古向日葵主产区, 选择向日葵籽粒锈斑发生严重的区域, 通过大田套袋技术并结合室内接虫试验, 对向日葵籽粒锈斑的成因进行初步探索。结果表明, 2020 年五原县、乌拉特前旗及 2021 年五原县向日葵经套袋处理后, 花蓟马 *Frankliniella intonsa* Trybom 的数量分别比对照降低了 13.23、1.33 头和 191.53 头, 向日葵籽粒锈斑的发病率比对照(未套袋)相应降低了 28.19%、12.07% 和 60.02%, 与对照有极显著差异($P < 0.01$), 花蓟马数量与向日葵籽粒锈斑的发病率呈现出显著的正相关关系。同时, 室内在向日葵花盘上接种花蓟马后向日葵籽粒锈斑的发病率为 22.67%, 而未接虫的向日葵籽粒锈斑没有发病。另外, 统计显示向日葵花盘外侧花蓟马数量显著大于中间和内层, 向日葵籽粒锈斑发病率也呈现相同的规律。由此推测, 向日葵籽粒锈斑的发生主要与花蓟马的活动有关, 花蓟马可能是造成向日葵籽粒锈斑的主要成因。

关键词 向日葵; 籽粒; 向日葵籽粒锈斑; 花蓟马; 套袋

中图分类号: S 435.655 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2022327

Relation of *Frankliniella intonsa* and occurrence of sunflower seedcoat rust

QU Hui¹, CHEN Lei¹, ZHANG Wenbing¹, ZHANG Jian¹, YUN Xiaopeng², LIU Jun³,
ZHAO Jun¹, LI Haiping^{1*}

(1. College of Horticulture and Plant Protection, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China;
2. Plant Protection Department, Inner Mongolia Academy of Agriculture and Animal Husbandry, Hohhot 010020, China;
3. Urad Front Banner Agriculture and Technology Promotion Center, Bayannur 014400, China)

Abstract Sunflower is an important oil crop in China. Seedcoat rust has occurred on sunflower seeds in recent years, and the quality of sunflower seeds has been affected heavily. However, the cause of sunflower seedcoat rust is still elusive. In this paper, the causes of sunflower seedcoat rust were investigated through bagging technique in the fields of the main sunflower producing areas in Inner Mongolia and inoculating *Frankliniella intonsa* (Trybom) in laboratory. The results showed that the number of *F. intonsa* decreased by 13.23 (Wuyuan county, 2020), 1.33 (Urad Front Banner, 2020) and 191.53 (Wuyuan county, 2021) on sunflower disc bagging compared with the non-bagging control, respectively, and the incidence rate of sunflower seedcoat rust decreased by 28.19%, 12.07% and 60.02%, respectively, compared with the non-bagging control. There was a significant positive correlation between the number of *F. intonsa* and the incidence rate of sunflower seedcoat rust ($P < 0.01$). At the same time, the incidence rate of sunflower seedcoat rust was 22.67% after inoculating *F. intonsa* on sunflower disc in laboratory, while the sunflower seedcoat rust did not occur without inoculating. In addition, the statistics data showed that number of *F. intonsa* on the outside of sunflower disk was significantly more than that of the middle and inner, and the incidence rate of sunflower seedcoat rust had the same rule too. It is inferred that the

收稿日期: 2022-06-13 修订日期: 2022-08-19

基金项目: 中央引导地方科技发展资金(2022ZY096); 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系(CARS-14); 内蒙古自治区高等学校创新团队发展计划(NMGGIRT2320)

* 通信作者 E-mail: lihaiping5820@hotmail.com

sunflower seedcoat rust is mainly associated with the *F. intonsa*, and the sunflower seedcoat rust would be mainly caused by *F. intonsa*.

Key words sunflower; seed; sunflower seedcoat rust; *Frankliniella intonsa*; bagging

向日葵 *Helianthus annuus* L. 属于桔梗目 Campanulales 菊科 Compositae 向日葵属 *Helianthus*, 广泛分布于欧洲、亚洲、美洲, 是世界四大油料作物之一。向日葵按其用途可分为食用型、油用型和观赏型。食用向日葵籽粒的蛋白质、脂肪、维生素、铁、锌等含量均比较高, 其中维生素 B₁、维生素 E、维生素 B₂、亚油酸、植物甾醇含量丰富, 是日常人们非常喜欢的休闲食品之一^[1-2]。向日葵适应性强, 具有抗旱、耐瘠薄、耐盐碱等特点, 也是我国重要的油料作物。据中华人民共和国农业农村部统计, 2018 年我国向日葵种植面积为 92.13 万 hm², 其中食用向日葵种植面积占全国向日葵种植面积的 70% 以上^[3-5]。内蒙古是我国最大的向日葵主产区, 种植面积为 56.44 万 hm²。其中巴彦淖尔市向日葵种植面积常年累计在 20 万 hm² 以上, 当地农民种植业收入的近 1/3 来源于向日葵产业^[5]。因此向日葵产业成为巴彦淖尔市河套地区重要的支柱产业之一。

花蓟马 *Frankliniella intonsa* (Trybom) 隶属于缨翅目 Thysanoptera 蓟马科 Thripidae 花蓟马属 *Frankliniella*^[6-8], 其食性复杂, 寄主范围广, 可在多种蔬菜、果树、杂草和经济作物上发生为害, 是农林业的重要害虫之一。花蓟马世代发育历期短、繁殖力强、个体小且取食隐蔽, 极易传播扩散, 在世界各地均有分布。其口器为锉吸式, 若虫和成虫均用左上颚锉破植物表皮, 然后用成对的下颚针插入植物组织吸取汁液, 对寄主植物造成直接危害, 有时能留下取食痕迹, 如银白色的斑^[9-10], 同时导致植物器官损伤, 影响光合作用, 从而影响产品的外观品质和产量, 降低经济价值, 造成严重损失^[11]。除此之外, 花蓟马还可以传播多种植物病毒, 给寄主植物造成更为严重的危害^[12-13]。

近年来随着向日葵种植面积和年限的增加, 轮作倒茬困难, 使得向日葵病虫害加重, 日益成为向日葵产业发展的制约因素之一。近几年向日葵籽粒锈斑(俗称“水锈病”)发生严重。向日葵籽粒锈斑是发生在向日葵籽粒外壳上的锈状斑, 在向日葵籽粒未着色前锈斑呈干枯状, 严重降低了食用向日葵籽粒的品质, 影响其销售价格, 进而影响农民的

种植收益^[14]。目前关于向日葵籽粒锈斑的成因并不明确, 党继革等^[15]在全国 5 个向日葵产区进行了 3 年的调查统计后发现, 向日葵籽粒锈斑发生严重的植株上有大量的蓟马存在, 蓟马数量与向日葵籽粒锈斑严重程度正相关, 药剂防治减少蓟马数量后能有效防治锈斑。柳延涛等^[16]认为蓟马类害虫为害可导致向日葵籽粒锈斑, 并根据蓟马的特点提出了综合防治策略。因此目前推断向日葵籽粒锈斑可能是由蓟马取食引起的, 但缺少试验数据的支持与证明。因此本研究通过向日葵开花前大田套袋和室内接虫等试验, 对蓟马与向日葵籽粒锈斑发生的关系进行了研究, 为今后进一步研究向日葵籽粒锈斑的成因及有效防治向日葵籽粒锈斑提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

向日葵品种: ‘SH361’。

纱袋: 用 140 网目的尼龙纱制成的长×宽=61 cm×45 cm 的尼龙网袋。

花蓟马: 采自田间向日葵花盘上, 采回后在温度为 (25±0.5)℃, 相对湿度为 55%, 光周期为 L//D=16 h//8 h 的室内种植的向日葵花盘上饲养 5 代以上。

1.2 试验地点

内蒙古巴彦淖尔市五原县 (108°06'E, 41°03'N)、内蒙古巴彦淖尔市乌拉特前旗 (109°36'E, 40°46'N)。

1.3 试验方法

1.3.1 向日葵籽粒锈斑发生不同地区的蓟马种类鉴定

在 5 个向日葵籽粒锈斑发生地区 (内蒙古巴彦淖尔市五原县 ‘SH361’、乌拉特前旗 ‘SH361’、‘诚牌 K361’、内蒙古乌兰察布市四子王旗 ‘三瑞 3 号’、内蒙古呼和浩特市武川县 ‘LD5009’、甘肃省武威市 ‘SH361’), 采集向日葵花盘上的蓟马, 制成液浸标本, 送蓟马分类专家进行鉴定。

1.3.2 套袋对向日葵花盘蓟马数量及籽粒锈斑发生程度的影响

于 2020 年选取向日葵籽粒锈斑发生的内蒙古

巴彦淖尔市五原县、巴彦淖尔市乌拉特前旗两地开展向日葵花盘套袋试验,2021年在内蒙古巴彦淖尔市五原县开展向日葵套袋试验。在向日葵现蕾期,选择长势一致的向日葵植株,在花盘下茎秆处缠绕一圈厚度2 cm的脱脂棉,再套上制作好的纱袋,在缠绕脱脂棉处用细绳将网袋扎紧,防止蓟马进入,以不套袋的向日葵为对照。每个处理套50个纱袋,3次重复。盛花期按照5点取样法分别将每个处理和对照随机取10个向日葵花盘,带回实验室统计、记录蓟马数量。向日葵成熟后,采集试验田里所有套袋的向日葵花盘,带回实验室调查。向日葵花盘晾干后,将处理与对照花盘上的籽粒脱下,计算各自的籽粒锈斑发病率。

籽粒锈斑发病率=每盘含有锈斑的籽粒数/每盘籽粒总数×100%。

1.3.3 室内接种蓟马对向日葵籽粒锈斑的影响

在温室内选取直径22 cm花盆用灭菌土种植向日葵。整个环境保证无其他昆虫干扰,待现蕾期时选择长势相近、植株健壮的向日葵苗,将事先在实验室内饲养的花蓟马2龄若虫接到花蕾上,每个向日葵花蕾接入10头花蓟马,然后套袋,每个处理接种20株,3次重复,以不接虫的向日葵作为对照。待其结出籽粒后带回实验室解剖统计发生锈斑的籽粒数。

1.3.4 向日葵花盘蓟马分布的调查

2021年在内蒙古巴彦淖尔市五原县向日葵盛花期时,取向日葵套袋的处理组和对照组的向日葵花盘,在实验室内根据花盘的大小,均匀切割为3部

分,外层(在向日葵花盘上由外向内选取1/3花盘半径宽度的圆环)、中间层(在取完外层籽粒后继续由外向内选取1/3花盘半径宽度的圆环)、内层(剩余1/3花盘半径宽度的籽粒),用镊子解剖向日葵花盘,统计向日葵花盘上的蓟马数量和含有锈斑的向日葵籽粒数量,并观察向日葵花盘籽粒由外向内锈斑发生程度。

1.4 数据统计与分析

采用Microsoft Excel 2010软件对数据进行处理和绘图,试验结果用One-way ANOVA with Dunnett's post test方法进行多重比较,处理与对照间的差异显著性采用t测验,其显著水平设为 $P<0.05$ 。

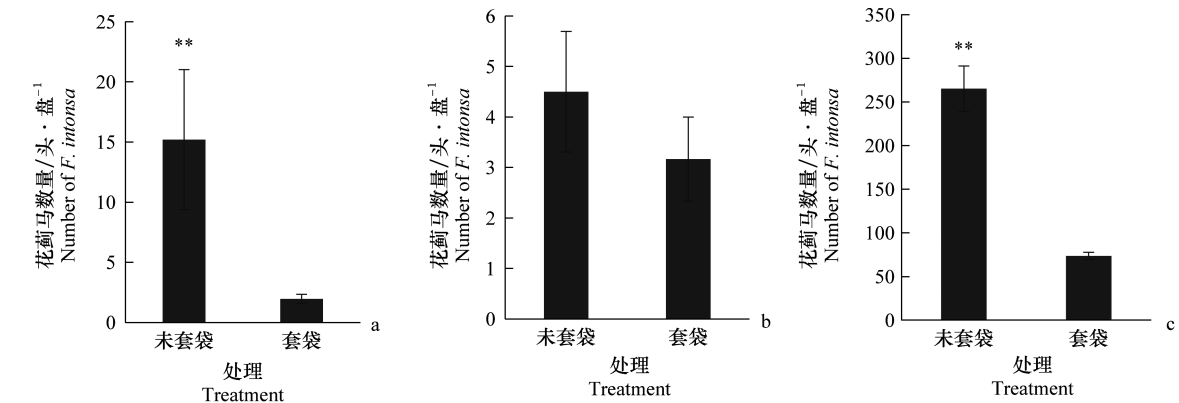
2 结果与分析

2.1 向日葵蓟马种类鉴定

在向日葵籽粒锈斑发生不同地区、不同品种的向日葵田中采集到的向日葵花盘上的蓟马,经华南农业大学资源与环境学院童晓立教授鉴定,确定所提供的样本均为花蓟马 *Frankliniella intonsa* Trybom。

2.2 套袋对向日葵花盘花蓟马数量的影响

由图1可知,套袋处理对向日葵花盘花蓟马数量有显著影响。其中2020年五原地区,套袋后平均单个向日葵花盘上蓟马数量减少13.23头,2021年五原地区减少191.53头,均与未套袋处理有极显著差异($P<0.01$)。2020年乌拉特前旗套袋处理与未套袋处理花蓟马减少1.33头,差异不显著($P>0.05$)。



a: 五原(2020年); b: 乌拉特前旗(2020年); c: 五原(2021年)。同一图中**表示经t测验处理与对照间在0.01水平有极显著差异。图2相同
a: Wuyuan county, 2020; b: Urad front banner, 2020; c: Wuyuan county, 2021. In one chart, ** indicates significant difference between treatment and check at 0.01 level based on t-test. The same as in Fig.2

图1 套袋对向日葵花盘上花蓟马数量的影响

Fig.1 Effects of bagging on the number of *Frankliniella intonsa* on sunflower disc

2.3 套袋对向日葵籽粒锈斑发病率的影响

套袋处理后向日葵籽粒锈斑发病率极显著低于未套袋的发病率(图 2)。2020 年五原、乌拉特前旗向日葵经套袋处理后,籽粒锈斑的发病率比对照(未套袋)分别降低了 28.19%、12.07%。2021 年五原县套袋处理后,向日葵籽粒锈斑发病率降低了

60.02%,极显著低于对照($P<0.01$)。

2.4 花蓟马数量与向日葵籽粒锈斑发生程度的关系

由图 3 可知,花蓟马数量与向日葵籽粒锈斑发生程度的趋势呈一致性,向日葵花盘上花蓟马数量少,对应的籽粒锈斑的发生程度也较轻。反之,当花蓟马数量多,籽粒锈斑的发生程度也随之加重。

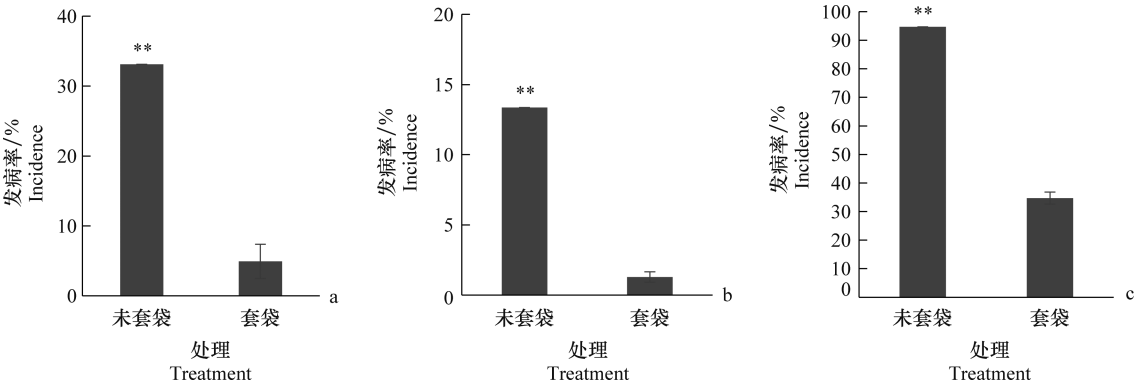


图 2 套袋对向日葵籽粒锈斑发病率的影响

Fig. 2 Effect of bagging treatment to incidence of sunflower seedcoat rust

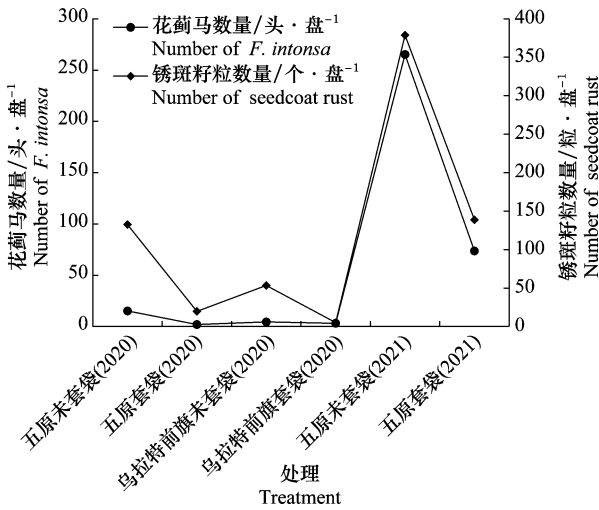


图 3 花蓟马数量与向日葵籽粒锈斑发生程度的关系

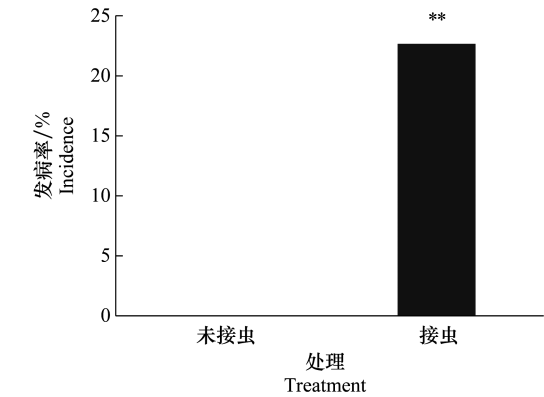
Fig. 3 Relation of number of *Frankliniella intonsa* and occurrence degree of sunflower seedcoat rust

2.5 室内接种花蓟马对向日葵籽粒锈斑发生的影响

在室内花盆中种植的向日葵花蕾上接种花蓟马后,接虫向日葵籽粒锈斑的发病率为 22.67%,而未接虫的没有出现籽粒锈斑,差异极显著(图 4)。

2.6 向日葵花盘上花蓟马的分布及不同部位籽粒锈斑发病率

无论套袋处理还是对照,向日葵花盘不同部位籽粒上花蓟马数量差异显著,花蓟马数量总体呈现:



**表示经t测验接虫与未接虫之间在0.01水平有极显著差异
**indicates significant difference between inoculating *F. intoonsa* and non-inoculating at 0.01 level based on t-test

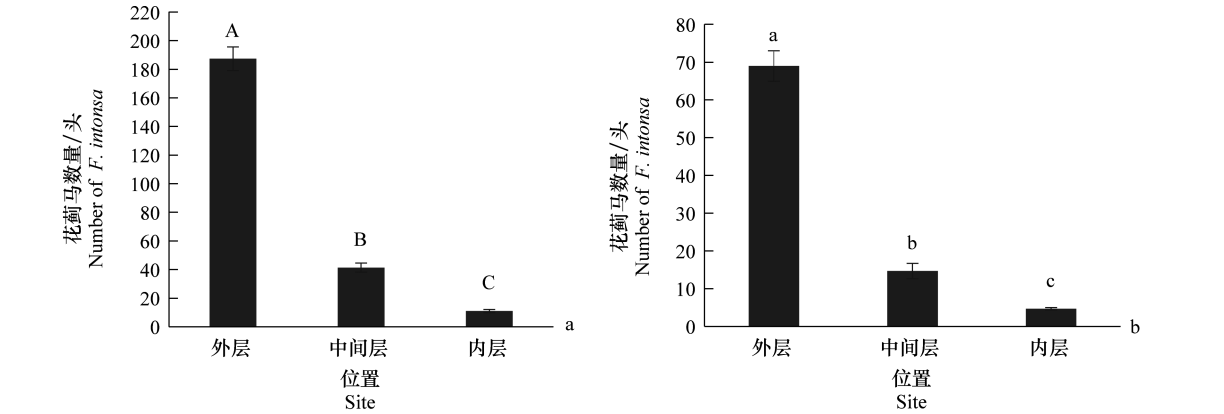
图 4 室内接种花蓟马对向日葵籽粒锈斑发病率的影响
Fig. 4 Effect of *Frankliniella intonsa* on the incidence of sunflower seedcoat rust indoor

花盘外层籽粒>中间层籽粒>内层籽粒。其中未套袋处理向日葵花盘外层籽粒上的花蓟马平均数量为 187.33 头,极显著高于花盘中间层(41.33 头)和花盘内层(11 头)花蓟马数量($P<0.01$);套袋处理花盘外层籽粒上的花蓟马平均数量为 69.00 头,显著高于花盘中间层(14.67 头)和花盘内层(4.67 头)花蓟马数量($P<0.05$)(图 5)。

向日葵花盘不同部位籽粒锈斑发病率差异显著,其发病率均呈现为花盘外层籽粒>中间层籽粒

>内层籽粒,三者籽粒锈斑发病率的差异达到显著水平($P<0.05$)(图6)。其中未套袋处理向日葵花盘外层籽粒锈斑发病率为84.97%,极显著高于花盘中间层(39.25%)和花盘内层籽粒(1.72%)的

锈斑发病率($P<0.01$)。套袋处理花盘外层籽粒锈斑发病率为52.47%,显著高于花盘中间层(11.40%)和花盘内层籽粒(4.67%)锈斑发病率($P<0.05$)。



a: 未套袋; b: 套袋处理。图中不同大写字母表示经Dunnnett's post test在0.01水平差异极显著,不同小写字母表示在0.05水平差异显著。图6相同
a: Non-bagging, b: Bagging. Different capital letters in the chart indicate significant difference at 0.01 level based on Dunnnett's post test, and different lowercase letters in the chart indicate significant difference at 0.05 level based on Dunnnett's post test. The same as in Fig.6

图5 向日葵花盘不同部位籽粒上花蓟马的分布和数量

Fig. 5 Distribution and number of *Frankliniella intonsa* on different parts of sunflower disc seeds

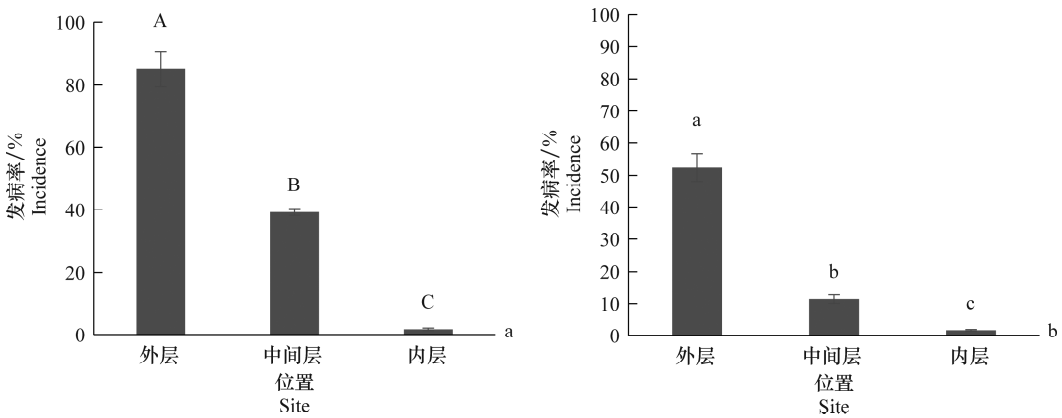


图6 向日葵花盘不同部位籽粒锈斑的发病率

Fig. 6 Incidence of sunflower seedcoat rust on different parts of sunflower disc seeds

3 结论与讨论

向日葵是我国重要的油料经济作物。我国目前已报道向日葵病虫害约40多种,其中为害向日葵的主要害虫有10多种,包括向日葵螟 *Homoeosoma nebulellum* (Denis et Schiffermüller)、草地螟 *Loxostege sticticalis* Linnaeus、蓟马等^[17-18],贾永红等调查后认为花蓟马是内蒙古河套地区向日葵的主要害虫之一^[18]。本项目在内蒙古4个地区和甘肃武威采集向日葵花盘上的蓟马,经过鉴定确认为花蓟马,

与贾永红的调查结果一致。Chyzik 等研究认为,为害以色列向日葵花盘的蓟马是西花蓟马 *F. occidentalis* (Pergande),同样在向日葵花期受害严重^[19]。

党继革等在新疆、海南、内蒙古赤峰、通辽和河北石家庄5个地区通过3年的田间调查表明,向日葵籽粒锈斑的发病率与蓟马的数量正相关,推测向日葵籽粒锈斑可能是由蓟马为害形成的挫斑^[15]。2020年—2021年,本课题组在内蒙古向日葵主产地向日葵籽粒锈斑发生严重地区进行了套袋试验,并在室内栽培向日葵,在向日葵花蕾上进行接虫试验。

调查及研究数据表明,套袋处理后向日葵花盘花蓟马数量和籽粒锈斑发病率均显著低于未套袋处理,向日葵籽粒锈斑发生率与花蓟马数量显著正相关。五原县 2020 年平均单个向日葵花盘上花蓟马数量为 15.2 头,向日葵籽粒锈斑的发病率为 33.12%;而 2021 年平均单个向日葵花盘上花蓟马数量达到 265.2 头,向日葵籽粒锈斑的发病率高达 94.71%,较 2021 年增长 61.59 百分点,花蓟马数量与向日葵籽粒锈斑的发病率相关性明显。而室内的接虫试验也表明,向日葵籽粒锈斑可能主要是由花蓟马为害所致,没有接虫的向日葵籽粒没有发生锈斑。因此分析,在向日葵花期花蓟马在花盘籽粒上锉吸取食,致使向日葵籽粒受伤形成锈斑,随着籽粒逐渐完成灌浆着色,锈斑愈发明显。李国英等研究新疆棉花棉铃表面锈褐色斑纹的成因,认为锈褐色斑纹主要是由花蓟马为害造成^[20],其结论和我们的研究结果有相似之处。

通过对向日葵花盘上不同部位蓟马数量和籽粒锈斑发生率的统计,花蓟马主要集中于向日葵花盘外层为害,因此外层籽粒锈斑的发病率也显著高于中间层和内层。Chyzik 等的研究表明,由于向日葵最外层首先开花,因此西花蓟马的为害也是外层大于中间和内层^[19],与本研究的结论一致。推测向日葵最外层开花后,花蓟马首先在最外层为害,随着里边管状花逐渐开放,花蓟马也向花盘里边逐渐扩散,因此形成向日葵花盘上花蓟马数量外层>中层>内层的分布,进而造成籽粒锈斑发生率也具有同样的规律。

花蓟马为害植物种类多,为害隐蔽,防治比较困难。目前主要采用化学防治,但容易引起花蓟马的抗性,且在向日葵花期用药会影响授粉昆虫授粉。因此,明确引发表向日葵籽粒锈斑的成因,有针对性地选择药剂在早期防治花蓟马,才能降低向日葵籽粒锈斑的发生率,提高向日葵的品质,增加农民的收入,促进向日葵产业的可持续发展。

参考文献

- [1] 南朝君. 食疗营养与烹调[M]. 北京:中国医药科技出版社, 2014: 848-850.
- [2] 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, 37(1): 135-140.
- [3] 孙向春,贾玉娟,冯涛,等. 高产优质食用向日葵新品种肃葵 2 号的选育[J]. 种子, 2019, 38(10): 119-121.
- [4] 王鑫. 巴彦淖尔市向日葵产业发展问题研究[D]. 天津:天津农学院, 2021.
- [5] 郭树春,李素萍,孙瑞芬,等. 世界及我国向日葵产业发展总体情况分析[J]. 中国种业, 2021(7): 10-13.
- [6] 冯纪年. 中国动物志,昆虫纲第 69 卷(上): 缨翅目[M]. 北京: 科学出版社, 2021: 270.
- [7] MORSE J G, HODDLE M S. Invasion biology of thrips [J]. Annual Review of Entomology, 2006, 51: 67-89.
- [8] 韩运发. 中国经济昆虫志,第 55 册: 缨翅目[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 263-266.
- [9] 谢永辉,张宏瑞,刘佳,等. 传毒蓟马种类研究进展(缨翅目, 蓟马科)[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(6): 1726-1736.
- [10] ATAKAN E, GENCER O. Influence of planting date on the relationship between populations of *Frankliniella* flower thrips and predatory bug *Orius niger* in cotton [J]. Journal of Pest Science, 2008, 81(3): 123-133.
- [11] 耿双双,李晓维,章金明,等. 西花蓟马和花蓟马聚集信息素田间引诱试验及其在种间互作中的作用[J]. 昆虫学报, 2017, 60(12): 1447-1456.
- [12] TAMITO S, TOSHIRO I, SHINYA T. Distinct efficiencies of impatiens necrotic spot virus transmission by five thrips vector species (Thysanoptera: Thripidae) of tospoviruses in Japan [J]. Applied Entomology and Zoology, 2004, 39(1): 71-78.
- [13] WIJKAMP I. Distinct levels of specificity in thrips transmission of tospoviruses [J]. Phytopathology, 1995, 85(10): 1069-1073.
- [14] 李玉花,靳剑辉. 内蒙古巴彦淖尔市向日葵产业现状、问题与发展措施[J]. 农业工程技术, 2020, 40(35): 13-14.
- [15] 党继革,刘春海,王健维,等. 向日葵籽粒锈斑形成机理研究[J]. 种子科技, 2019, 37(9): 42-44.
- [16] 柳延涛,邓庭和,刘胜利,等. 向日葵蓟马类害虫综合防治技术[J]. 新疆农垦科技, 2021, 44(5): 36-37.
- [17] 董金皋. 农业植物病理学[M]. 北京:中国农业出版社, 2015: 156.
- [18] 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): 74-78.
- [19] CHYZIK R, BEN-DOV Y, NAKACHE Y, et al. Association of the western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) with cultivated sunflower (*Helianthus annuus*) in Israel [J]. Phytoparasitica, 1995, 23(2): 147-155.
- [20] 李国英,焦瑞莲,任毓忠,等. 新疆棉田僵铃和裂铃发生原因分析[J]. 新疆农业科学, 2020, 57(9): 1724-1733.

(责任编辑:田 喆)