

桃蛀螟在玉米、高粱和向日葵上 发生为害与播期的关系*

鹿金秋^{1,2**} 王振营^{1***} 何康来¹ 闫占峰¹ 白树雄¹ 刘勇²

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害综合治理全国重点实验室, 北京 100193;

2. 山东农业大学植物保护学院, 泰安 271018)

摘要 【目的】为了更好地掌握桃蛀螟的田间发生规律, 明确播期对桃蛀螟在玉米、高粱和向日葵上发生为害的影响。【方法】分别在北京和河北廊坊, 分3个播期种植玉米、高粱、向日葵, 采用5点取样法调查桃蛀螟在不同播期3种作物上的产卵部位、产卵量; 作物收获前剖秆调查桃蛀螟幼虫数量、被害部位和被害株率。【结果】从7月中下旬到10月, 田间一直可查见桃蛀螟卵, 成虫产卵的时期长, 世代重叠严重。在玉米田, 成虫产卵多在玉米的抽雄期、灌浆期和乳熟期, 产卵部位主要为雄穗、花丝、叶鞘、雌穗上部叶片; 在向日葵田, 成虫在花盘抽出之后一直产卵, 产卵的时期较长, 卵主要产在苞片、蜜腺盘及萼片和管状花上。对同一播期的不同作物来说, 桃蛀螟对向日葵的为害最重, 其次是高粱, 为害最轻的是玉米; 不同播期, 桃蛀螟对同种作物的为害程度不同, 这与作物的生长感虫期能否避开桃蛀螟的发生高峰期有关。桃蛀螟在玉米上主要为害果穗, 也钻蛀茎秆为害, 在高粱上主要为害高粱穗部, 在向日葵上则主要为害向日葵花盘。【结论】本研究明确了播期对桃蛀螟在玉米、高粱和向日葵上发生为害的影响, 为桃蛀螟的监测预报与防控策略制定提供了科学依据。

关键词 桃蛀螟; 发生; 播期; 玉米; 高粱; 向日葵

Relationship between sowing date and occurrence of the yellow peach moth, *Conogethes punctiferalis*, on corn, sorghum and sunflower crops

LU Jin-Qiu^{1,2**} WANG Zhen-Ying^{1***} HE Kang-Lai¹ YAN Zhan-Feng¹
BAI Shu-Xiong¹ LIU Yong²

(1. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

Abstract 【Objectives】To clarify the occurrence of the Yellow peach borer (YPB), *Conogethes punctiferalis*, in the field, and determine the impact of sowing date on the amount of damage inflicted by this pest on corn, sorghum and sunflower crops. 【Methods】Corn, sorghum, and sunflower seeds were sown on three different dates in Beijing and Langfang, Hebei Province. The five-point sampling method was used to locate oviposition sites and the number of eggs laid. Before harvest, the number of larvae, damaged plant parts and the plant damage rate, were determined by dissecting plants. 【Results】Eggs could be observed from mid-late July to October and the prolonged oviposition period resulted in considerable overlap between generations. Females mostly lay eggs during the tasseling, filling and milking stages of corn, and prefer to lay on the tassel, silks, sheath and leaves above the level of the ear. Females mainly lay eggs on the bracts, nectary glands, sepal and tubiform florets of sunflower plants. Among different crops with the same sowing date, sunflower was the most severely damaged,

*资助项目 Supported projects: 国家现代农业(玉米)产业技术体系建设专项(CARS-02)

**第一作者 First author, E-mail: jinqiu@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: wangzhenying@caas.cn

收稿日期 Received: 2023-02-15; 接受日期 Accepted: 2023-09-06

followed by sorghum, and corn was the least damaged. The degree of damage to the same crop sown on different dates, was proportional to the degree to which the growing and pest-sensitive period of the crop were synchronous with the peak of YPB abundance. YPB mainly damage the ears of corn, the heads of sorghum and the sunflower flower plate. [Conclusion] These findings confirm that sowing date affects the amount of damage inflicted by the YPB on corn, sorghum and sunflower crops. This information should help improve the monitoring, forecasting, and management, of this pest.

Key words *Conogethes punctiferalis*; occurrence; sowing date; corn; sorghum; sunflower

桃蛀螟 *Conogethes punctiferalis* (Guenée) 属鳞翅目 Lepidoptera 草螟科 Crambidae 多斑野螟属 *Conogethes*, 是一种多食性害虫, 广泛分布在东亚、东南亚各国及南亚的印度、尼泊尔和澳大利亚等地 (静大鹏等, 2022)。已知桃蛀螟的寄主植物有 23 科 120 多种作物, 除幼虫蛀食桃、李、杏、梨、苹果、无花果、梅、樱桃、板栗等果树外, 还为害玉米、高粱、向日葵、蓖麻等多种作物 (Thyagaraj *et al.*, 2003; 鹿金秋等, 2010)。

自上世纪 90 年代后期, 由于农业产业结构的调整、种植制度改革及气候变化等原因, 桃蛀螟对许多作物的为害逐渐加重。在玉米上, 幼虫在玉米雌穗上多群聚为害, 蛀食玉米籽粒, 造成烂穗; 也可蛀茎, 造成植株倒折。其为害导致产量损失严重, 是引起我国玉米穗腐病的主要穗期害虫 (杨硕等, 2015; 刘玥等, 2017; 李琴垚等, 2021)。桃蛀螟常与亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) 混合发生, 共同为害玉米。在一些地区或某些年份, 桃蛀螟在玉米上的种群数量和为害程度已经超过亚洲玉米螟, 成为玉米生产的主要害虫 (王振营等, 2006, 宋海燕等, 2019)。桃蛀螟是向日葵的重要害虫, 为害重 (魏鸿钧, 1956)。向日葵可以作为果园桃蛀螟的诱集植物, 能减轻其对果品的为害 (赵福梅和孙培博, 1984; 洪少民, 2009), 但目前对桃蛀螟在向日葵上的发生规律研究报道很少。桃蛀螟在全国多地也严重为害高粱, 蛀食或啃食高粱籽粒, 严重时可将全穗籽粒蛀食, 幼虫还吐丝结网, 缀合小穗, 于小穗中间形成隧道, 在内穿行取食, 高粱产量和品质受到很大影响 (王让军, 1991; 张华文等, 2016)。

为了更好地掌握桃蛀螟在玉米、高粱和向日葵这 3 种作物上的发生为害规律, 明确不同播期

对桃蛀螟发生的影响和为利用调整播期以及向日葵作为诱集植物控制桃蛀螟提供科学依据, 本研究分别在北京和河北廊坊地区开展了桃蛀螟在不同播期的玉米、高粱和向日葵上的发生为害情况以及在这 3 种作物上发生规律的调查研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

玉米品种为郑单 958, 高粱品种为辽杂 22 号 (中紧穗型), 向日葵品种为公杂 2 号, 均购于中国农业科学院种子市场。

1.2 试验地点

分别在北京市中国农业科学院植保所试验农场和河北省廊坊市中国农业科学院中试基地进行。北京地区试验分别于 2007 年 5 月 4 日、5 月 25 日和 6 月 27 日分 3 次播种, 每小区面积 6 m×5 m。廊坊地区试验则分别于 5 月 13 日、6 月 6 日和 6 月 26 日分 3 次播种, 每小区面积 6 m×10 m。小区间隔 1 m, 小区随机排列, 重复 3 次。整个生长期不内不使用化学农药, 其他管理同常规田。

1.3 调查方法

1.3.1 田间落卵量调查 从各播期的 3 种作物田间始见卵起, 采用对角线 5 点取样法, 每点固定 10 株, 每 3 d 调查 1 次。记录产卵部位和卵量。最后分别统计各播期 3 种作物上桃蛀螟的百株落卵量。根据各播期卵量分析两地区桃蛀螟卵在不同播期的玉米、高粱和向日葵上的卵量动态。

1.3.2 被害部位及虫量调查 在每一播期的作物成熟收获前, 采用 5 点取样法, 每点 10 株, 剖

查全株并详细记录被害株数、被害部位和虫量（包括幼虫、蛹、蛹壳及卵），分别统计各自的百株虫量和百株被害率。

1.4 数据分析

应用 SAS 9.0 软件分析数据，作物收获前百株虫量先用 $\sqrt{x+1}$ 进行转换，利用 ANOVA 中 LSD 测验比较差异显著性，两组数据比较采用成组法 t 检验。

2 结果与分析

2.1 桃蛀螟在不同播期作物上的产卵规律

2.1.1 桃蛀螟卵在不同播期玉米和向日葵田的时间分布 在北京地区，不同作物及同种作物的不同播种期对桃蛀螟产卵都有影响，随作物以

及播期的不同，落卵量及趋势明显不同。在北京地区玉米上，桃蛀螟卵量很少（图 1：A）。5 月 4 日播种的玉米田中，仅在 7 月 19 日查到卵，百株卵量为 2 粒；5 月 25 日播种的田中，卵量最高时为 7 月 22 日，百株卵量为 15 粒；而在 6 月 27 日播种玉米田块中没有查到落卵。

在廊坊地区，5 月 13 日播种的玉米田中，7 月 16 日-8 月 1 日，均查见桃蛀螟卵，7 月 25 日达到高峰，百株卵量为 55 粒；6 月 6 日播种的玉米田中，8 月 15 日-18 日可查见卵，且在 8 月 18 日百株卵量最高，为 10 粒；6 月 27 日播种的玉米田中，8 月 21 日-9 月 2 日一直有落卵，8 月 21 日至 30 日为产卵高峰期，8 月 27 日的百株卵量为 32 粒（图 1：B）。

在北京地区，5 月 4 日播种的向日葵田中，在 7 月 6 日-16 日以及 8 月 10 日查见有卵；5 月

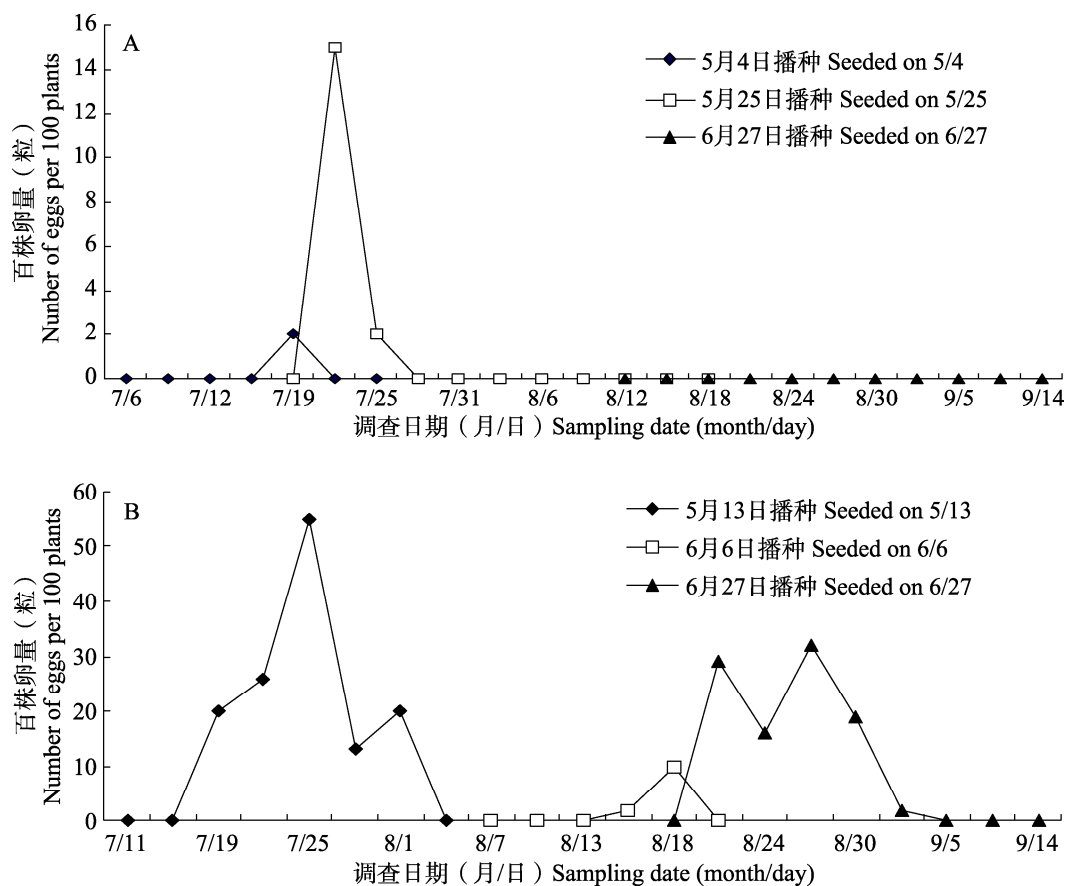


图 1 桃蛀螟在不同田的落卵量趋势

Fig. 1 Dynamics of *Conogethes punctiferalis* eggs in corn field in Beijing and Langfang

A. 北京; B. 廊坊. A. Beijing; B. Langfang.

25 日播种的从 8 月 10 日-9 月 10 日收获均查见有落卵, 落卵期长, 最高百株卵量为 552 粒, 见于 8 月 30 日; 而 6 月 27 日播种的则从 8 月 30 日-10 月中旬收获时都能查到卵 (图 2: A)。

在廊坊地区, 桃蛀螟在不同播期向日葵田的落卵量动态见图 2 (B), 5 月 13 日播种的向日葵田从 7 月 19 日-8 月 4 日均可查见桃蛀螟卵, 7 月 22 日为卵高峰, 百株卵量最大为 83 粒; 6 月

6 日播种的向日葵田则从 8 月 11 日-9 月 10 日均查见有落卵, 9 月 5 日为卵高峰, 百株卵量为 125 粒; 6 月 26 日播种的向日葵田从 8 月 24 日-10 月 11 日均可查见落卵, 9 月上中旬有一个高峰期, 调查时发现个别植株花盘管状花上有 100 多粒卵, 单粒或 2-3 粒一起产在管状花的四周, 9 月 5 日百株卵量高达 2 042 粒, 明显较前 2 批播种的向日葵上的落卵量大。

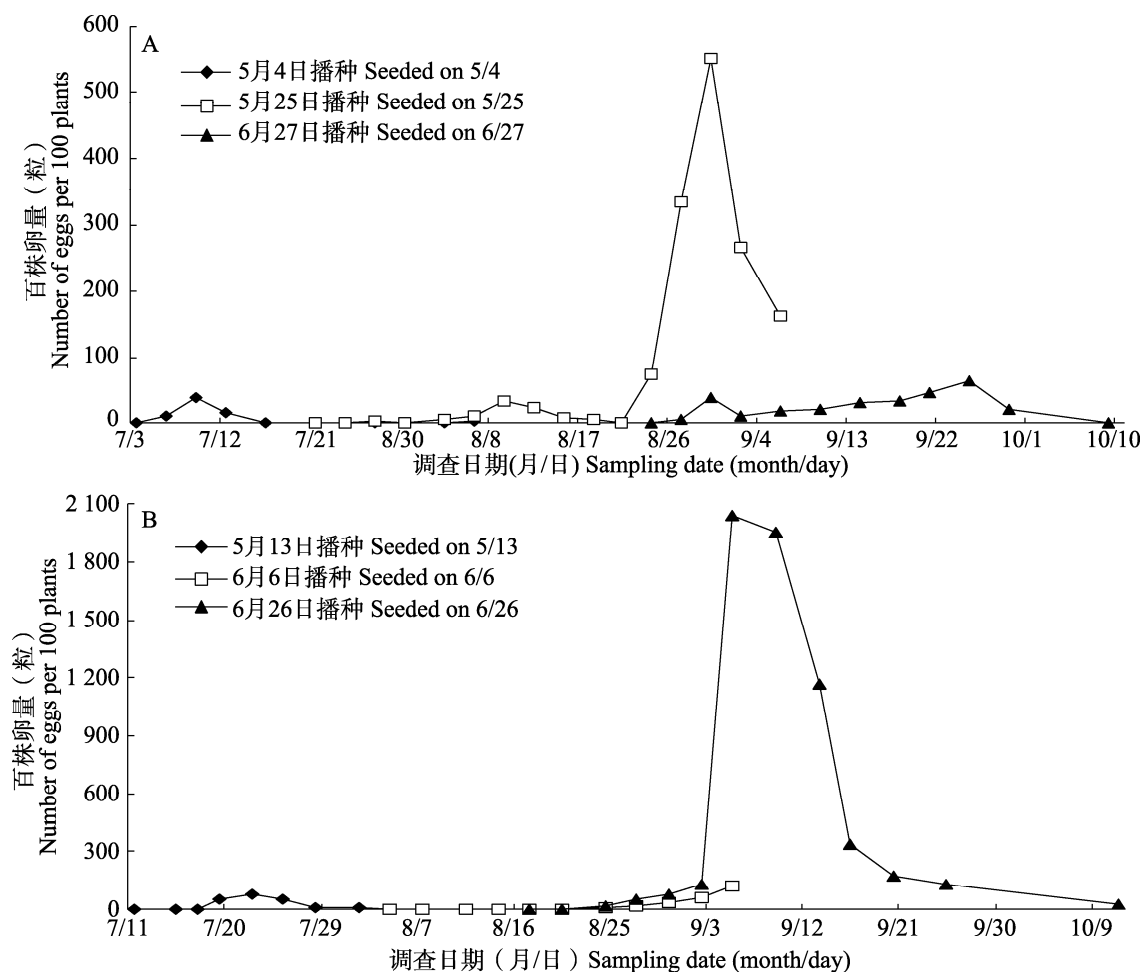


图 2 桃蛀螟在不同播期向日葵上落卵量趋势

Fig. 2 Dynamics of eggs of *Conogethes punctiferalis* in sunflower in Beijing and Langfang

A. 北京; B. 廊坊。A. Beijing; B. Langfang.

除作物、不同播种期对桃蛀螟成虫产卵有影响外, 在调查中还发现, 天气条件也对成虫产卵有影响, 一般雨后落卵量会有增加的趋势。

北京和廊坊两地的桃蛀螟在不同播期的向日葵田均有 2 个明显的产卵高峰。北京地区第 1 个产卵高峰在 7 月上中旬, 第 2 个产卵高峰在 8

月下旬至 9 月上旬; 而在廊坊地区第 1 个产卵高峰在 7 月中下旬, 第 2 个产卵高峰在 9 月上中旬; 两地桃蛀螟卵量的第 2 个峰值显著大于第 1 个峰值。

2.1.2 桃蛀螟产卵与玉米和向日葵田生育期的关系 桃蛀螟在玉米上的落卵量与生育期密切

相关(表 1)。桃蛀螟在玉米上产卵时期比较集中,分布在玉米生殖生长阶段的抽雄期、灌浆期和乳熟期,而在玉米的营养生长阶段以及玉米进入蜡熟期后均未查见卵。桃蛀螟在不同播期的玉米生育期产卵选择上也所不同,在北京地区,桃蛀螟在 5 月 4 日播种的玉米田中主要在乳熟期产卵;在 5 月 25 日播种的玉米田则主要在抽雄期产卵;在 6 月 27 日播种的玉米田未查到落卵。在廊坊地区,桃蛀螟在 5 月 13 日播种的玉米抽雄期、灌浆期和乳熟期均可查见卵;在 6 月 6 日播种的玉米上,桃蛀螟主要将卵产在乳熟期;6 月 26 日播种的玉米则是将卵产在灌浆期和乳熟期。

向日葵的生长期可分为 4 个阶段,营养生长期(出苗至现蕾)、现蕾期(现蕾至开花)、花期(开花至凋谢)、籽粒成熟期(花凋谢至成熟)(张剑亮等, 2007)。在不同播期向日葵各生育期的桃蛀螟产卵量调查结果表明,桃蛀螟不选择营养生长期的向日葵上产卵,而在向日葵进入生殖生长阶段的现蕾期、花期、籽粒成熟期 3 个时期产卵。适宜桃蛀螟产卵的时期比较长,向日葵抽出花盘时即可吸引桃蛀螟产卵。而桃蛀螟在不同播期的向日葵上,现蕾期、花期、籽粒成熟期这 3 个时期均可产卵,但播期不同,不同生育期的卵量不同(表 2)。

2.2 桃蛀螟在不同播期玉米、向日葵田的落卵部位

桃蛀螟成虫在玉米、向日葵上产卵时,对不同的植株器官和部位也有选择性。

在玉米上,以廊坊 5 月 13 日播种为例,未在营养生长阶段的玉米植株上查见桃蛀螟卵;在抽雄期,桃蛀螟可在雄穗、叶耳、雌穗着生节及其上部叶片产卵;在灌浆期,则多将卵产在花丝和叶鞘上,百株卵量分别为 78.67 粒和 38.67 粒,分别占该时期卵量的 56.0%和 27.3%,少量产在雄穗、苞叶、雌穗上部叶片;在乳熟期,则将卵产在花丝、叶鞘和雌穗上部叶片上。在蜡熟期和完熟期,花丝完全萎蔫干枯后,没有查见落卵(表 3)。

在向日葵上,以北京 5 月 25 日播种为例,

成虫不在营养生长期的向日葵上产卵;进入生殖生长阶段后,在现蕾期桃蛀螟将卵产在两苞片交接处、苞片与总苞交接处,卵量很少;在花期,随着舌状花展开,露出里面的蜜腺盘,多将卵产在舌状花与蜜腺盘及萼片上,管状花开时,抽出花丝后,可在花丝上产卵;进入籽粒成熟期,花凋谢,则多将卵产在管状花与子房上的萼片交接处,在花盘四周裸露的子房上也有少量卵。此时,5 月 25 日播种的向日葵花期与桃蛀螟成虫的卵盛期相遇,管状花上的卵量特别大,百株卵量高达 1 428 粒。在 5 月 25 日播种的向日葵整个生育期中,桃蛀螟产在管状花上卵量最多,占整个生育期卵量的 95.4%,其次是苞片、蜜腺盘及萼片。在向日葵的整个生育期中,适宜桃蛀螟产卵的时期比较长,抽出花盘的向日葵即可吸引成虫产卵(表 4)。

2.3 桃蛀螟在玉米、向日葵和高粱收获前植株上的虫量

在北京地区,试验作物收获前,分别剖查玉米、向日葵和高粱植株,发现桃蛀螟各龄期幼虫、蛹、蛹壳、卵并存,世代重叠严重。结果(表 5)表明,不同播期的同种作物收获前百株虫量不同,而同一播期不同作物的百株虫量也不同。

不同播期的同种作物百株虫量有差异。对不同播期的玉米来说,5 月 25 日播种的玉米上桃蛀螟发生量最大,百株虫量为 (24.7 ± 5.7) 头,与 5 月 4 日和 6 月 27 日播种的玉米平均百株虫量差异极显著($F=26.58$; $df=2, 6$; $P=0.001$),5 月 4 日和 6 月 27 日播种的玉米上桃蛀螟的发生量较轻,百株虫量分别为 0.7 头和 2.0 头,差异不显著。5 月 4 日和 5 月 25 日播种的高粱平均百株虫量无显著差异,而与 6 月 27 日播种高粱百株虫量差异极显著($F=60.72$; $df=2, 6$; $P=0.0001$)。3 个播期的向日葵收获前平均百株虫量差异均达极显著水平($F=113.54$; $df=2, 6$; $P=0.0001$),5 月 25 日播种的向日葵生殖生长阶段与桃蛀螟发生高峰期相遇,百株虫量高达 8 124 头,平均每株 80 多头,另 2 个播期的百株虫量也较高,分别为 639.3 头和 3 168.0 头。

表 1 桃蛀螟在 3 个播期玉米各生育期的落卵量

Table 1 Number of eggs laid by yellow peach moth at different developmental stages of different seeding corn in Beijing and Langfang

生育期 Stage	北京 Beijing				廊坊 Langfang			
	5 月 4 日播种 Seeded on 5/4		5 月 25 日播种 Seeded on 5/25		5 月 13 日播种 Seeded on 5/13		6 月 6 日播种 Seeded on 6/6	
	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage
心叶期 Whorl	0	0	0	0	0	0	0	0
抽雄期 Tasseling	0	0	10.0±7.2	100.0±0.0	0	0	0	0
灌浆期 Blister	0	0	0	0	141.3±2.9	79.4±6.8	0	0
乳熟期 Milking	2.0±2.0	100.0±0.0	0	0	19.3±7.1	10.3±3.4	11.3±0.7	100.0±0.0
蜡熟期 Dough	0	0	0	0	0	0	0	0
完熟期 Mature	0	0	0	0	0	0	0	0

表内数据为平均值±SE, 卵量指的是 100 株的累计卵量。表 2-表 4 同。Data are mean±SE, number of eggs is total number of eggs on 100 plants. The same for table 1-table 4.

表 2 桃蛀螟在 3 个播期向日葵各生育期的落卵量

Table 2 Number of eggs laid by yellow peach moth at different developmental stages of different seeding sunflower in Beijing and Langfang

生育期 Stages	北京 Beijing				廊坊 Langfang			
	5 月 4 日播种 Seeded on 5/4		5 月 25 日播种 Seeded on 5/25		5 月 13 日播种 Seeded on 5/13		6 月 6 日播种 Seeded on 6/6	
	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage
幼苗期 Seedling	0	0	0	0	0	0	0	0
现蕾期 Bud	10.0±5.8	10.3±5.1	4.0±3.1	0.2±0.1	4.0±3.1	1.4±1.1	1.33±0.7	0.5±0.2
花期 Flowering	54.0±21.7	85.7±8.1	88.7±24.7	5.7±0.3	98.7±11.6	35.4±3.3	15.3±4.4	5.3±1.2
籽粒成熟期 Mature	5.0±5.0	4.0±4.0	1438.7±319.0	94.1±0.4	176.0±17.1	63.2±4.4	267.7±8.8	94.3±1.4

表 3 桃蛀螟在玉米植株不同部位落卵量与玉米生育期的关系 (以廊坊地区 5 月 13 日播种的玉米为例)
Table 3 Relationship of number of eggs of yellow peach moth on different tissues of corn plants with corn development
(Corn sown on 13 May in Langfang as example)

生育期 Stages	调查日期 (月-日) Sampling date (month- day)	总卵量 (粒) Total eggs	雄穗 Tassel		苞叶 Husks		花丝 Silks		叶鞘 Sheath		叶耳 Collar		雌穗着生叶 Leaf of the ear		雌穗上部叶片 Leaves above the ear		雌穗下部叶片 Leaves below the ear	
			卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage
心叶期 Whorl	6-6-7-9	0	0	0-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
抽雄期 Tasseling	7-11-7-1 9	19.3±7.1	2.0±2.0	9.1±9.1	0	0	0	1.3±1.3	6.1±6.1	4.0±1.2	24.6±5.9	2.0±2.0	9.1±9.1	10.0±8.1	51.1±26.2	0	0	0
灌浆期 Filling	7-22-7-2 8	141.3±2.9	16.0±7.2	11.1±4.8	1.3±1.3	0.9±0.9	78.7±12.4	56.0±9.5	38.7±5.7	27.3±3.6	2.0±0.0	1.4±0.0	0	2.7±0.7	1.9±0.5	2.0±1.2	1.4±0.8	1.4±0.8
乳熟期 Milk	8-1-8-7	19.3±7.1	2.0±2.0	9.1±9.1	0	0	1.3±1.3	6.3±6.3	2.0±2.0	9.1±9.1	2.0±1.2	15.6±9.7	2.0±2.0	9.1±9.1	10.0±8.1	51.1±26.2	0	0
蜡熟期 Dough	8-10-8-1 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
完熟期 Mature	8-22-9-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
全生育期 All stages	6-6-9-5	180.0±11.4	20.0±7.2	11.7±4.6	1.3±1.3	0.8±0.8	80.0±13.1	43.9±5.1	42.0±4.6	23.9±4.2	8.0±1.2	4.4±0.4	4.0±4.0	2.2±2.2	22.7±16.8	12.0±8.4	2.0±1.2	1.2±0.7

表 4 桃蛀螟在向日葵植株不同部位落卵量与向日葵生育期的关系 (以北京地区 5 月 25 日播种的向日葵为例)

Table 4 Relationship of eggs of yellow peach moth on different tissues of sunflower plants with sunflower development (Sunflower sown on 25 May in Beijing as example)

生育期 Stages	调查日期 (月-日) Sampling date (month-day)	总卵量 (粒) Total eggs	苞片 Bract		舌状花 Ray florets		花丝 Pistil		蜜腺盘及萼片 Nectary gland and sepal		管状花 Tubiform floret		子房 Ovary		叶及其他 Others	
			卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage	卵量 (粒) Number of eggs	卵量比例 (%) Percentage
幼苗期 Seedling	6-10-7-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
现蕾期 Bud	7-22-7-31	4.0±3.1	4.0±3.1	100.0±0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
花期 Flowering	8-1-8-21	88.7±24.7	20.0±15.3	17.5±10.5	2.0±1.2	2.1±1.0	2.7±2.7	1.9±1.9	34.0±7.6	39.9±5.9	25.3±6.4	33.7±12.7	4.7±2.4	5.0±2.7	0	0
成熟期 Mature	8-24-9-14	1 438.7±319.0	1.3±1.3	0.1±0.1	0	0	0	0	7.3±6.4	0.4±0.3	1 428.0±312.3	99.4±0.3	2.0±2.0	0.2±0.2	0	0
全生育期 All stages	6-10-9-14	1 531.3±346.7	25.3±19.6	1.3±0.8	2.0±1.2	0.1±0.1	2.7±2.7	0.1±0.1	41.3±13.8	2.6±0.4	1 453.3±310	95.4±1.2	6.7±3.5	0.5±0.3	0	0

表 5 北京地区不同播期的玉米、高粱、向日葵收获前的百株虫量
Table 5 Number of larvae/100 plants of corn, sorghum and sunflower at different sowing dates before harvest in Beijing

播期 (月-日) Sowing date (month-day)	调查日期 (月-日) Sampling date (month-day)	百株虫量 (头) Number of larvae/100 plants (ind.)		
		玉米 Corn	高粱 Sorghum	向日葵 Sunflower
5-4	8-27	0.7±0.6 b b	4.0±1.2 b b	639.3±106.6 c a
5-25	9-14	24.7±5.7 a b	21.3±9.0 b b	8 124.0±773.5 a a
6-27	10-12	2.0±1.2 b c	330.0±57.0 a b	3 168.0±230.0 b a

表内数据为平均值±SE, 数据后第 1 列不同小写字母表示同种作物不同播期间存在显著差异, 数据后第 2 列不同小写字母表示同时播种不同作物间存在显著差异 ($P<0.05$, LSD 检验)。表 6 同。

Data are mean ± SE, and followed by the different letters in the first row show significant different at same crop and different seeding date, while followed by the different letters in the second row show significant different at same seeding date and different crop ($P<0.05$, LSD test). The same for table 6.

同一播期不同作物收获前的平均百株虫量不同, 5 月 4 日播种的玉米和高粱百株虫量差异不显著, 均与向日葵的百株虫量 (639.3 头) 相比差异极显著 ($F=124.65$; $df=2, 6$; $P=0.000 1$); 5 月 25 日播种的向日葵百株虫量 8 124 头, 与玉米和高粱的百株虫量 (24.7 头和 21.3 头) 相比差异极显著 ($F=347.15$; $df=2, 6$; $P=0.000 1$), 而玉米与高粱两者间的百株虫量差异不显著; 6 月 27 日播种的 3 种作物收获前的百株虫量均差异极显著 ($F=358.88$; $df=2, 6$; $P=0.000 1$)。总之, 同一播期的向日葵与玉米和高粱的百株虫量存在显著差异。在同期播种的 3 种作物中, 均以向日葵的百株虫量最大, 向日葵的被害程度也最重, 花盘上的大部分籽粒已经失去食用价值。

在廊坊地区, 对 3 个播期的玉米、高粱和向日葵收前百株虫量进行调查, 结果 (表 6) 表明,

不同播期的同种作物百株虫量不同, 而同一播期不同作物的百株虫量也不同, 与北京试验结果一致。

不同播期的同种作物百株虫量不同。5 月 13 日播种的玉米平均百株虫量为仅为 10.7 头, 与 6 月 26 日播种的百株虫量差异显著 ($F=4.30$; $df=2, 6$; $P=0.032 3$), 其他两两无差异。5 月 13 日与 6 月 6 日播种的高粱百株虫量差异显著 ($F=3.72$; $df=4$; $P=0.020 5$), 6 月 6 日播种的高粱平均百株虫量高达 1 078.7 头。对不同播期的向日葵来说, 收前百株虫量两两间均差异极显著 ($F=434.29$; $df=2, 6$; $P=0.000 1$), 以 6 月 26 日播种向日葵平均百株虫量最高为 17 644.0 头, 平均每株高达 170 多头, 虫量最多的一株向日葵花盘中有 336 头。总体上是播期晚, 百株虫量大。

同一播期不同作物收获前百株虫量不同。5 月 13 日播种的 3 种作物收获前百株虫量差异极

表 6 廊坊地区不同播期的玉米、高粱和向日葵收获前的百株虫量
Table 6 Number of larvae per 100 plants of corn, sorghum and sunflower at different sowing dates before harvest in Langfang

播期 (月-日) Sowing date (month-day)	调查日期 (月-日) Sampling date (month-day)	百株虫量 (头) Number of larvae per 100 plants (ind.)		
		玉米 Corn	高粱 Sorghum	向日葵 Sunflower
5-13	9-5	10.7±5.2 b c	213.3±39.9 b b	2 212.0±150.9 c a
6-6	9-12	23.3±2.4 a c	1 078.7±257.5 a b	8 806.3±139.0 c a
6-26	10-10	28.0±4.2 a b	-	17 644.0±58.5 a a

6 月 26 日播种的高粱因品种不同, 数据未统计在内。

The data of sorghum sown on June 26 was not included due to different varieties.

显著 ($F=286.30$; $df=2, 6$; $P=0.0001$); 6 月 6 日播种的玉米、高粱和向日葵的平均百株虫量分别为 23.3、1 078.7 和 8 806.3 头, 均差异极显著 ($F=134.10$; $df=2, 6$; $P=0.0001$); 6 月 26 日播种的玉米和向日葵平均百株虫量分别为 28.0 和 17 644.0 头, 差异显著 ($t=173.96$; $df=4$; $P=0.0001$)。总之, 同批播种的向日葵和玉米与高粱收获前百株虫量差异极显著, 均以向日葵上的虫量最大。

2.4 玉米、向日葵和高粱收获前被害率和被害部位调查

在北京地区, 5 月 4 日、5 月 25 日和 6 月 27 日 3 个播期玉米植株被害率分别为 0.7%、14.7%和 1.3%; 3 个播期的高粱被害率分别为 4.0%、8.7%和 74.0%; 3 个播期的向日葵被害率最高, 分别为 76.7%、100%和 100%。除 6 月 27 日播种的玉米外, 播期越晚, 被害率越高。在玉米上, 桃蛀螟幼虫主要为害雌穗的玉米籽粒或穗轴, 也有少量钻蛀玉米茎秆。在高粱上, 幼虫蛀食或啃食高粱籽粒, 本研究所用的辽杂 22 号高粱为紧穗型, 调查时仅查见幼虫在穗上为害, 在茎秆上未查见。在向日葵上, 幼虫多在向日葵花盘中为害, 在茎秆中未查见。

在廊坊地区, 5 月 13 日、6 月 6 日和 6 月 26 日 3 个播期的玉米被害率分别为 5.3%、15.3%和 20.7%; 两个播期高粱的被害率分别为 54.7%和 90.7%; 3 个播期向日葵的被害率分别为 96.7%、100.0%和 100%。播期越晚, 被害率越高。在玉米上, 桃蛀螟幼虫主要为害穗部, 少量钻蛀秸秆为害, 6 月 26 日播种的玉米秸秆被害率达 26.5%; 在廊坊也未查到幼虫钻蛀高粱秸秆; 桃蛀螟幼虫主要在向日葵花盘中取食为害, 在 5 月 13 日播种的向日葵茎秆中查到了少量幼虫。

廊坊地区的桃蛀螟发生量高于北京的发生量, 3 种作物的被害率也高。调查发现, 相对于向日葵和高粱, 桃蛀螟对玉米的为害明显要轻。北京 5 月 25 日播种的向日葵, 廊坊 6 月 6 日播种的高粱, 廊坊 6 月 6 日和 6 月 26 日播种的向日葵, 穗或花盘被害后均已失去食用价值。

3 讨论

桃蛀螟世代重叠严重, 桃蛀螟在我国北方各省一年发生 2-3 代, 越冬代成虫在桃、李等果树上产卵, 1 代寄主多为果树, 2 代和 3 代在玉米、高粱、向日葵等作物上发生为害。研究表明, 桃蛀螟在北京和河北廊坊地区, 7-10 月, 在玉米、高粱和向日葵上均可查见卵, 而在收获前调查时能查见各龄期幼虫、蛹、蛹壳和卵, 田间还能见到成虫, 世代重叠严重。8 月底-9 月初, 部分桃蛀螟老熟幼虫继续化蛹, 成虫羽化并繁殖下一代, 而一部分幼虫则滞育进入越冬状态。根据桃蛀螟在河南新乡原阳和漯河市监测结果, 5 月下旬、7 月上中旬、9 月上中旬分别为越冬代、第 1 代和第 2 代成虫羽化高峰期 (黄建荣等, 2018a), 推测在 7 月中旬和 8 月底至 9 月初调查的 2 个卵高峰应该是桃蛀螟 2 代卵和 3 代卵。

在玉米上, 进入生殖生长前, 桃蛀螟并不到玉米田产卵, 当玉米进入生殖生长阶段时, 桃蛀螟才开始到玉米田产卵, 适宜桃蛀螟产卵的生育期为抽雄期、灌浆期和乳熟期, 成虫喜欢将卵产在雄穗、花丝和叶鞘顶端绒毛比较多的地方。黄建荣等 (2018b) 发现桃蛀螟主要将卵产在玉米叶片正面基部 (叶鞘顶端和叶腋), 其次是在叶鞘和雌穗苞叶上, 而在花丝和叶片其他部位卵量很少, 与本研究调查结果不同, 这可能与研究方法和调查时期有关, 该研究是在玉米花丝全部吐出后人为接入桃蛀螟成虫并罩网, 3 d 后调查玉米植株各部位卵量, 且只调查了 1 次, 而本研究是在桃蛀螟田间自然发生情况下对不同播期的玉米抽雄期、灌浆期和乳熟期系统调查得出的结果。根据桃蛀螟对玉米生育期产卵选择特性, 在抽雄期、灌浆期和乳熟期, 通过调查落卵量, 预测产卵高峰期和幼虫孵化盛期, 依此适时释放赤眼蜂或开展药剂防治。熊朝均等 (1993) 在四川宜宾地区发现, 桃蛀螟在不同播期的秋玉米上主要将卵产在雄穗、雌穗和叶鞘上, 不在抽雄前的秋玉米上产卵, 从抽雄开始产卵, 以散粉至花丝萎蔫阶段为主要产卵阶段, 卵量与播期有关。吴立民和陆化森 (1995) 调查不同播期的玉米田发现, 桃蛀螟发生量差异很大, 本研究结果与

之相似。

在高粱上,桃蛀螟也是在进入生殖生长阶段开始产卵,将产卵在吐穗、扬花期的枝穗及颖部。由于本研究所种植的辽杂 22 号高粱枝穗及花与卵的颜色非常接近,调查的卵量数据不理想,故未统计分析。

向日葵生长过程中适宜桃蛀螟产卵的时期比较长,进入生殖阶段的现蕾期、花期、籽粒成熟期 3 个时期均可吸引成虫产卵。成虫多将卵产在苞片、蜜腺盘及萼片和管状花上。随播期不同,现蕾期、花期、籽粒成熟期的卵量比例有所不同。同一播期的向日葵上,成虫喜好的产卵部位也随生育期而变化。成虫喜产卵于开花正盛的花盘上,而不喜欢产于已凋谢的花盘上,以管状花、蜜腺盘和萼片尖端的落卵最多。

桃蛀螟在向日葵上的百株卵量显著大于在玉米上的卵量,相对于玉米,向日葵更能吸引桃蛀螟产卵,而且向日葵上适于桃蛀螟产卵的时期长,产卵量大。可利用桃蛀螟成虫对向日葵花盘产卵的偏好性,将向日葵作为诱集植物,在玉米田和果园周围种植小面积向日葵诱集成虫产卵,集中消灭,可减轻玉米和果树的被害率(郭焕敬, 2001)。

桃蛀螟卵高峰时间不完全取决于作物的生育期,主要取决于桃蛀螟发生期,因此,不同播期的玉米、向日葵的各生育期桃蛀螟的卵量比例不同。适宜桃蛀螟产卵的作物生育期与产卵高峰期相吻合,落卵量比较大。

桃蛀螟的发生与作物的类型有密切关系。玉米、高粱和向日葵 3 种作物中,同一播期的向日葵百株虫量最大,高粱居中,玉米最少。从被害率来看,桃蛀螟在向日葵上发生量最大,为害最重,其次是高粱,最后是玉米。因此,在玉米田附近分批种植少量的向日葵作为诱集植物吸引桃蛀螟产卵,有可能会降低桃蛀螟对玉米的为害。

桃蛀螟的发生与作物的播种早晚有密切关系,本研究种植的 3 种作物,不同播期的被害率存在显著差异,收获前百株虫量也存在显著差异,总体上是在适宜作物播种时期范围内,播期越晚,被害就越严重。姜海平和张勤(1998)连

续 3 年调查杂交油葵上桃蛀螟的发生量,早播受害株率 62%,晚播则达 90%以上,早播的受害轻于晚播的,本研究结果与之相似。因此,在条件允许的情况下,应适当早播,以减轻桃蛀螟为害,而对于晚播的玉米、高粱和向日葵,应密切监测桃蛀螟的种群动态,及时做好防治工作。

由于桃蛀螟只在作物进入生殖生长阶段才到田植株上产卵为害,因此,在玉米上,桃蛀螟幼虫主要为害雌穗的籽粒或穗轴,占总虫量的 73%-93%,只有少量钻蛀茎秆为害,与吴立民和陆化森(1992)及宋海燕等(2019)的研究结果相似。在高粱上,桃蛀螟主要为害穗部,蛀食或啃食籽粒,并吐丝结网缀合小穗,中间形成隧道,在内穿行取食,没有发现钻蛀茎秆为害。在向日葵上,桃蛀螟主要蛀食花托及籽粒,极少量幼虫钻蛀茎秆为害。

桃蛀螟对同一寄主植物不同品种为害程度不同(Singhvi *et al.*, 1972; Agarwal and Nadkarni, 1974; 唐旭蔚等, 2003; 王振营等, 2006)。张庆荣(1964)报道,紧穗型高粱品种受害重,虫株率 100%,平均单穗有虫 18.1 头,而散穗型受害轻,虫株率 70%-80%,平均单穗有虫 1.4-8.7 头;王让军(1991)调查发现紧穗型高粱被害率为 100%,而散穗型被害率仅在 10%左右;张华文等(2016)研究表明,中紧穗品种高粱百株虫量远高于中散穗型的高粱,且与种植密度有关。本研究在廊坊地区第 3 期种植的高粱和前 2 期不是一个品种,且为散穗高粱,收获前并未发现为害穗的幼虫。因此,生产上可以选择种植桃蛀螟为害轻的品种,从而减轻桃蛀螟为害。

参考文献 (References)

- Agarwal RK, Nadkarni P, 1974. Assessment of grain yield losses by earhead caterpillars in sorghums. *Jnkvv Research Journal*, 8(3/4): 280-282.
- Guo HJ, 2001. Use sunflower to manange yellow peach moth. *Hebei Fruits*, 2001(2): 53. [郭焕敬, 2001. 利用向日葵巧治桃蛀螟. 河北果树, 2001(2): 53.]
- Hong SM, 2009. Planting sunflower in pomegranate garden to control peach borer. *Anhui Forestry Science and Technology*, 2009(4): 77. [洪少民, 2009. 石榴园种植向日葵防治桃蛀螟. 安徽林业, 2009(4): 77.]
- Huang JR, Li GP, Huang B, Zhang XH, Li H, Feng HQ, 2018a.

- Spatial distribution of the yellow peach moth *Conogethes punctiferalis* eggs on corn plant. *Plant Protection*, 44(3): 177–181. [黄建荣, 李国平, 黄博, 张学浩, 李辉, 封洪强, 2018. 田间玉米植株上桃蛀螟卵的空间分布. 植物保护, 44(3): 177–181.]
- Huang JR, Li SM, Huang B, Feng HQ, Li GP, Tian CH, 2018b. Population dynamics of the yellow peach borer *Conogethes punctiferalis* moths in mid-central Henan Province in 2013–2016. *Journal of Plant Protection*, 45(6): 1421–1422. [黄建荣, 李世民, 黄博, 封洪强, 李国平, 田彩红, 2018. 2013–2016 年河南中北部地区桃蛀螟成虫的种群动态. 植物保护学报, 45(6): 1421–1422.]
- Jiang HP, Zhang Q, 1998. Yellow peach moth heavily damage on sorghum. *Plant Protection*, 24(2): 49. [姜海平, 张勤, 1998. 桃蛀螟严重为害杂交油菜. 植物保护, 24(2): 49.]
- Jing DP, Huang XD, Gao ZP, Wang ZY, 2022. Advances in research on the morphology and molecular biology of *Conogethes punctiferalis* and *C. pinicolali*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 59(3): 489–498. [静大鹏, 黄晓丹, 高祖鹏, 王振营, 2022. 桃蛀螟与松蛀螟两个近缘种的形态学和分子生物学特征比较. 应用昆虫学报, 59(3): 489–498.]
- Li QC, Shi J, He KL, Wang ZY, 2021. Effects of chemical control of ear borers on reducing *Fusarium verticillioides* ear rot and fumonisin level. *Scientia Agricultura Sinica*, 54(17): 3702–3711. [李琴垚, 石洁, 何康来, 王振营, 2021. 化学防控玉米蛀穗害虫对减轻拟轮枝镰孢穗腐病及伏马毒素的作用. 中国农业科学, 54(17): 3702–3711.]
- Liu Y, Li RR, He KL, Bai SX, Zhang TT, Cong B, Wang ZY, 2017. Effects of *Conogethes punctiferalis* (Lepidopteran: Crambidae) infestation on the occurrence of *Fusarium* ear rot and the yield loss of spring corn. *Acta Entomologica Sinica*, 60(5): 576–581. [刘玥, 李荣荣, 何康来, 白树雄, 张天涛, 丛斌, 王振营, 2017. 桃蛀螟为害对春玉米镰孢穗腐病发生及产量损失的影响. 昆虫学报, 60(5): 576–581.]
- Lu JQ, Wang ZY, He KL, Liu Y, 2010. Research history, progresses and prospects in the yellow peach moth, *Conogethes punctiferalis*. *Plant Protection*, 36(2): 31–38. [鹿金秋, 王振营, 何康来, 刘勇, 2010. 桃蛀螟研究的历史、现状与展望. 植物保护, 36(2): 31–38.]
- Singhvi SM, Balan JS, Yadava TP, 1972. Note on varietal susceptibility in castor to shoot-and-capsule borer, *Dichocrocis punctiferalis* Guen. (Lepidoptera: Pyralidae). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 42(3): 269–270.
- Song HY, Zhang QQ, Li LL, Lu ZB, Li C, Sun JS, Yu Y, Men XY, 2019. Study on maize yield loss by *Ostrinia furnacalis* (Guenée) and *Dichocrocis punctiferalis* (Guenée) damage. *Shandong Agricultural Sciences*, 51(6): 135–138. [宋海燕, 张晴晴, 李丽莉, 卢增斌, 李超, 孙劲松, 于毅, 门兴元, 2019. 亚洲玉米螟和桃蛀螟危害对玉米产量损失的影响. 山东农业科学, 51(6): 135–138.]
- Tang XW, Yang J, Xie PQ, 2003. Preliminary report on *Dichocrocis punctifera* resistance as shown by different cultivars of Chinese chestnut. *Economic Forest Researches*, 21(2): 42–43. [唐旭蔚, 杨剑, 谢普清, 2003. 不同板栗品种对桃蛀螟抗性调查初报. 经济林研究, 21(2): 42–43.]
- Thyagaraj NE, Singh PK, Chakravarthy AK, 2003. Bioecology of cardamom shoot and fruit borer, *Conogethes punctiferalis* Guenée. *Current Research*, 32: 3–4.
- Wang RJ, 1991. Yellow peach moth damage on sorghum heavily in Longnan district. *Plant Protection*, 17(2): 9. [王让军, 1991. 桃蛀螟在我区为害高粱严重. 植物保护, 17(2): 9.]
- Wang ZY, He KL, Shi J, Ma SY, 2006. Reasons for aggravation of yellow peach moth on corn and control countermeasures. *Plant Protection*, 32(2): 67–69. [王振营, 何康来, 石洁, 马嵩岳, 2006. 桃蛀螟在玉米上危害加重原因与控制对策. 植物保护, 32(2): 67–69.]
- Wei HJ, 1956. Yellow peach moth, a big insect pest of sunflowers. *Entomological Knowledge*, 2(2): 78. [魏鸿钧, 1956. 向日葵的大害虫——桃蛀螟. 昆虫知识, 2(2): 78.]
- Wu LM, Lu HS, 1992. Observation of the injury sites in corn by yellow peach moth larvae. *Entomological Knowledge*, 29(1): 13. [吴立民, 陆化森, 1992. 桃蛀螟为害玉米部位的观察. 昆虫知识, 29(1): 13.]
- Wu LM, Lu HS, 1995. Study on the occurrence of yellow peach moth in cornfield. *Entomological Knowledge*, 32(4): 207–210. [吴立民, 陆化森, 1995. 玉米田桃蛀螟发生规律的研究. 昆虫知识, 32(4): 207–210.]
- Xiong CJ, Zong Y, Zhang YC, Wang XA, 1993. Studies on the occurrence and control of the yellow peach moth on autumn corn. *Sichuan Agricultural Science and Technology*, 1993(4): 13–14. [熊朝均, 宗勇, 张优成, 王兴安, 1993. 桃蛀螟在秋玉米上的发生规律及其防治的研究. 四川农业科技, 1993(4): 13–14.]
- Yang S, Shi J, Zhang HJ, Guo N, Li P, Wang ZY, 2015. Impacts of durian fruit borer *Conogethes punctiferalis* on yield loss of summer corn by injuring corn ears. *Journal of Plant Protection*, 42(6): 991–996. [杨硕, 石洁, 张海剑, 郭宁, 李坡, 王振营, 2015. 桃蛀螟为害夏玉米果穗对产量的影响. 植物保护学报, 42(6): 991–996.]
- Zhang HW, Liu B, Wang HL, Chen GL, Chen EY, Qin L, Yang YB, Guan YA, 2016. Effect of planting density on yield of sorghum and damage of *Dichocrocis punctiferalis*. *Shandong Agricultural Sciences*, 48(2): 49–52. [张华文, 刘宾, 王海莲, 陈桂玲, 陈二影, 秦岭, 杨延兵, 管延安, 2016. 种植密度对高粱产量和桃蛀螟危害的影响. 山东农业科学, 48(2): 49–52.]
- Zhang JL, Pan DR, Zhou YF, Chen GY, Ke XD, 2007. Correlation analysis of growth period and biological characters of ornamental sunflowers (*Helianthus annuus*) sowed in different seasons. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 29(6): 948–952, 1011. [张剑亮, 潘大仁, 周以飞, 陈桂洋, 柯祥德, 2007. 不同播期观赏向日葵生育期与生物学性状的相关分析. 江西农业大学学报, 29(6): 948–952, 1011.]
- Zhang QR, 1964. Preliminary observation on the damage of peach borer to sorghum. *Shandong Agricultural Sciences*, 1964(3): 49–50. [张庆荣, 1964. 桃蛀螟为害高粱的初步观察. 山东农业科学, 1964(3): 49–50.]
- Zhao FM, Sun PB, 1984. Planting onions and sunflowers in orchard to trap and kill peach borer. *Shandong Fruits*, 16(2): 23–26. [赵福梅, 孙培博, 1984. 果园种大葱和向日葵诱杀桃蛀螟. 山东果树, 16(2): 23–26.]