

# 草地贪夜蛾在小麦和不同玉米品种上的种群适合度比较

孙 悅<sup>1,2</sup>, 刘晓光<sup>2</sup>, 吕国强<sup>3</sup>, 郝学政<sup>4</sup>, 李书华<sup>5</sup>, 李国平<sup>1\*</sup>, 封洪强<sup>1\*</sup>

(1. 河南省农业科学院植物保护研究所, 郑州 450002; 2. 河南农业大学植物保护学院, 郑州 450002;

3. 河南省植保植检站, 郑州 450002; 4. 河南省中药材生产技术推广中心, 郑州 450002;

5. 河南省新蔡县植保植检站, 驻马店 463500)

**摘要** 草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 是新入侵我国的重大迁飞性害虫, 2019 年在我国黄淮海冬小麦-夏玉米轮作主产区河南省呈点片发生, 主要为害玉米, 特别偏好取食晚播的甜糯玉米。为明确草地贪夜蛾在小麦和不同玉米品种上的种群适合度是否存在差异, 本研究在室内( $26\pm1$ )℃, RH( $65\pm5$ )% 和 L//D=16 h//8 h 光周期条件下比较了草地贪夜蛾在普通玉米‘郑单 958’‘郑单 1002’‘豫研 1501’和糯玉米‘郑黄糯 2 号’以及小麦‘郑麦 366’上生长发育指标。结果表明: 取食‘郑麦 366’的草地贪夜蛾的化蛹率( $44.00\pm3.40$ )%、蛹重( $138.62\pm6.76$ )mg、羽化率( $35.00\pm3.07$ )% 和单雌产卵量( $971.70\pm125.63$ )粒均低于取食 4 个玉米品种的化蛹率( $73.33\%\sim80.00$ %)、蛹重( $154.94\sim176.40$ )mg、羽化率( $73.33\%\sim79.33$ %)和单雌产卵量( $1052.00\sim1322.60$ )粒( $P<0.05$ )。草地贪夜蛾取食不同寄主植物的种群趋势指数由大到小顺序为: ‘郑黄糯 2 号’( $578.38$ )>‘豫研 1501’( $493.40$ )>和‘郑单 958’( $437.06$ )>‘郑单 1002’( $321.47$ )>‘郑麦 366’( $133.56$ )。综上表明, 草地贪夜蛾在小麦上的适合度低于在玉米上的适合度, 但其能够在小麦上完成生长发育并实现种群扩繁; 其在糯玉米上的种群适合度大于普通玉米。因此应密切监测草地贪夜蛾在小麦上的发生和为害, 并提出适时种植糯玉米作为诱集带并集中喷施杀虫剂来压低草地贪夜蛾种群数量的防控措施。

**关键词** 草地贪夜蛾; 玉米; 小麦; 生长发育; 种群适合度

**中图分类号:** S 435.1   **文献标识码:** A   **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2020099

## Comparison of population fitness of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) feeding on wheat and different varieties of maize

SUN Yue<sup>1,2</sup>, LIU Xiaoguang<sup>2</sup>, LÜ Guoqiang<sup>3</sup>, HAO Xuezheng<sup>4</sup>, LI Shuhua<sup>5</sup>, LI Guoping<sup>1\*</sup>, FENG Hongqiang<sup>1\*</sup>

(1. Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;

2. College of Plant Protection, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

3. Henan Plant Protection and Quarantine Station, Zhengzhou 450002, China;

4. Chinese Herb Production Technology Extension Center of Henan Province, Zhengzhou 450002, China;

5. Plant Protection and Quarantine Station of Xincai County, Henan Province, Zhumadian 463500, China)

**Abstract** Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, is a major migratory pest that recently invaded China. It occurred sporadically in Henan province, the main producing area of winter wheat-summer maize rotation in Huanghuaihai region of China in 2019. *S. frugiperda* mainly fed on maize, and especially prefer to feed on late-sown sweet-waxy maize. To understand the effect of wheat and different varieties of maize on population fitness of *S. frugiperda*, the growth and development indexes of the pest feeding normal maize varieties ‘Zhengdan 958’‘Zhengdan 1002’‘Yuyan 1501’, waxy maize ‘Zhenghuangnuo 2’ and wheat variety ‘Zhengmai 366’ were com-

收稿日期: 2020-02-28    修订日期: 2020-03-03

基金项目: 国家重点研发计划(2019YFD0300105, 2018YFD0200605, 2016YFD0300705); 农业农村部 2019 年全国草地贪夜蛾应急调研指导项目

致谢: 感谢中国农业科学院植物保护研究所王振营研究员对本文提出的宝贵意见和建议。

\* 通信作者: E-mail: 李国平 liguoping1976@163.com; 封洪强 feng\_hq@163.com

pared under conditions of  $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,  $(65 \pm 5)\%$  RH and L//D=16 h//8 h. The results showed that the pupation rate ( $44.00 \pm 3.40\%$ ), pupal weight ( $138.62 \pm 6.76\text{ mg}$ ), eclosion rate ( $35.00 \pm 3.07\%$ ) and number of eggs laid per female ( $971.70 \pm 125.63$ ) of *S. frugiperda* feeding on 'Zhengmai 366' were lower than those of feeding on four maize varieties with  $73.33\% - 80.00\%$ ,  $154.94 - 176.40\text{ mg}$ ,  $73.33\% - 79.33\%$  and  $1052.00 - 1322.60$  eggs, respectively ( $P < 0.05$ ); The descending order of population trend index of different treatments was ranked as follows: 'Zhenghuangnuo 2'(578.38)>'Yuyan 1501'(493.40)>'Zhengdan 958'(437.06)>'Zhengdan 1002'(321.47)>'Zhengmai 366'(133.56). In summary, the population fitness of *S. frugiperda* feeding on wheat is lower than that of feeding on maize, but it can complete the generation and continue the population reproduction. The population fitness of *S. frugiperda* feeding on sweet-waxy maize was higher than that of on the normal maize. Therefore, it is necessary to closely monitor the occurrence of *S. frugiperda* on wheat, and put forward the control measures of planting waxy maize as bait host belt and spraying insecticide to reduce *S. frugiperda* population.

**Key words** *Spodoptera frugiperda*; maize; wheat; growth and development; population fitness

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), 别名秋黏虫, 属鳞翅目 Lepidoptera, 夜蛾科 Noctuidae, 是原分布于美洲热带和亚热带地区, 具有季节性远距离迁飞习性, 可严重为害农作物的一类重大农业害虫<sup>[1-4]</sup>。2016年1月, 首次在非洲西部的尼日利亚发现草地贪夜蛾为害, 随后该虫在非洲大陆迅速传播和扩散, 短短两年内在撒哈沙漠以南的44个国家暴发成灾, 目前仍呈蔓延之势<sup>[5-7]</sup>。2018年7月, 草地贪夜蛾入侵亚洲, 在印度、孟加拉、斯里兰卡、缅甸和泰国等国家相继发生为害<sup>[8-9]</sup>。2019年1月, 我国首次发现草地贪夜蛾幼虫在我国云南西南部普洱市、德宏州、保山市冬玉米田为害<sup>[10-12]</sup>。随后其由南至北逐步扩散, 截至2019年10月8日, 全国共有26个省(区、市)1518个县(区、市),  $106.5\text{ hm}^2$ 的玉米受到草地贪夜蛾幼虫为害, 占草地贪夜蛾发生总面积的98.6%<sup>[13]</sup>。2019年5月10日在河南省信阳市浉河区春玉米田首次发现草地贪夜蛾幼虫零星为害玉米, 6月9日在信阳市平桥区明港镇6~8叶期的春玉米田再次发现了草地贪夜蛾幼虫为害, 百株被害率在5%以下<sup>[14]</sup>。随后其在河南多个地区夏播玉米田发生为害, 且特别偏好取食晚播的甜糯玉米。

草地贪夜蛾寄主范围非常广泛, 在美洲可取食76科353种不同植物, 包括玉米、水稻、高粱、棉花、花生、大豆、甘蔗、马铃薯、小麦和大麦等<sup>[15]</sup>。草地贪夜蛾有两个生态型, 即玉米型和水稻型。玉米型偏爱取食玉米, 也取食棉花和高粱; 而水稻型主要取食水稻、狗牙根和假高粱等。这两个生态型的幼虫

和成虫在形态上无法区分, 但借助分子遗传标记和生理指标可以区分<sup>[16-19]</sup>。入侵我国的草地贪夜蛾可能是源自一个水稻型母本和玉米型父本杂交群体的后代的一种特殊的玉米型<sup>[20]</sup>。取食烟草的草地贪夜蛾幼虫死亡率达92.53%, 种群的寄主适合度极低, 但能完成生活史<sup>[21]</sup>; 草地贪夜蛾在水稻、甘蔗和小麦上的适合度低于在玉米上的适合度, 但能够在这3种作物上完成生长发育并繁殖<sup>[22-24]</sup>, 但也有研究表明, 取食水稻的草地贪夜蛾存活率低且不能完成生活史<sup>[25]</sup>。取食花生的草地贪夜蛾表现出了与取食玉米相似的适合度, 但在田间更倾向取食玉米<sup>[26]</sup>。上述研究结果表明, 这种特殊玉米型草地贪夜蛾最嗜食的寄主是玉米。

2019年, 在黄淮海冬小麦-夏玉米种植区, 河南省夏玉米种植面积近333.33万hm<sup>2</sup>, 其中草地贪夜蛾发生面积1758 hm<sup>2</sup>, 在其他作物上其取食为害极少或不取食<sup>[13]</sup>。2019年8月份对河南夏播玉米品种上草地贪夜蛾发生情况进行了初步调查, 结果显示: 相比于6月上旬播种的大面积常规玉米品种, 7月中下旬播种的较小面积糯(甜)玉米上草地贪夜蛾的发生数量和为害程度均较大。一方面是由于草地贪夜蛾具有“趋嫩”的特点, 另一方面, 不同玉米品种上草地贪夜蛾的存活和生长发育可能存在着差异。为此, 我们在室内研究了草地贪夜蛾在小麦和普通玉米及糯玉米品种上生长发育指标情况, 以明确草地贪夜蛾在不同寄主和不同品种之间的适合度差异, 以期为黄淮海地区冬小麦-夏玉米轮作区的草地贪夜蛾的防控提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试虫源

草地贪夜蛾种群于2019年6月10日采自河南省信阳市平桥区明港镇春玉米田,玉米处于6~9叶期,在人工培养箱内用玉米幼苗饲养起来的种群。饲养温度(26±1)℃,相对湿度(65±5)%,光周期L//D=16 h//8 h,光强12 000 lx。

### 1.2 供试植物

供试普通玉米品种‘郑单958’、‘郑单1002’、‘豫研1501’和糯玉米品种‘郑黄糯2号’由河南省农业科学院秋乐种业公司提供,试验期间为3~4叶期;小麦品种为‘郑麦366’,出苗7 d用作试验。供试植物均未接触任何杀虫药剂。

### 1.3 生命表参数测定

将初孵幼虫以每盒10头的数量接入塑料养虫盒(直径3 cm,高4 cm)中,分别饲喂玉米苗和麦苗,待3龄后,单头放置相同塑料养虫盒中,防止自相残杀,并用新鲜玉米和小麦叶片饲养,每天同一时间记录幼虫存活和蜕皮情况,直至化蛹,化蛹第2天称量蛹重。每次50头,重复3次。羽化后,将同种寄主植物饲养的雌雄成虫按1:1的比例放置养虫杯中配对,饲喂5%~8%蜂蜜水补充营养,养虫杯盖上单

层脱脂纱布供成虫产卵,定时在纱布上喷水保湿。逐日记录成虫的存活数和纱布上的卵粒数,试验环境条件为:温度(26±1)℃,相对湿度(65±5)%,光周期L//D=16 h//8 h。

### 1.4 数据统计分析

采用单因素方差分析检验不同寄主植物对草地贪夜蛾生长发育与存活的影响。根据不同寄主对草地贪夜蛾存活和生殖的影响,组建实验种群生命表。实验种群生命表中,下代期望卵量=成虫的存活数量×雌性比×平均产卵量,种群趋势指数( $I$ )=下代期望卵量/上代初始卵量<sup>[27]</sup>。以上数据分析用统计软件SPSS 20.0进行,显著性检验水平均为 $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果分析

### 2.1 寄主植物对草地贪夜蛾幼虫生长发育的影响

草地贪夜蛾幼虫在小麦和玉米上的龄期均为6龄,取食不同寄主植物的幼虫总历时差异显著( $F_{4,499}=23.64, P=0.000$ )。其中,取食‘郑单958’和‘郑黄糯2号’品种的幼虫总历时分别为18.04 d和17.95 d,显著高于取食‘郑单1002’和‘豫研1501’品种的16.22 d和17.17 d及‘郑麦366’品种的15.82 d。取食‘郑麦366’品种的幼虫历时最短( $P<0.05$ )(表1)。

表1 取食不同寄主植物的草地贪夜蛾幼虫的发育历时<sup>1)</sup>

Table 1 Developmental duration of *Spodoptera frugiperda* larvae fed on different host plants

寄主植物 Host plant	发育历时/d Developmental duration						幼虫总历时/d Larval duration
	1龄 1st instar	2龄 2nd instar	3龄 3rd instar	4龄 4th instar	5龄 5th instar	6龄 6th instar	
郑单958 Zhengdan 958	(4.54±0.13)b	(3.94±0.09)a	(1.92±0.07)c	(2.32±0.08)a	(1.93±0.04)bc	(3.38±0.07)c	(18.04±0.19)a
郑单1002 Zhengdan 1002	(3.67±0.12)d	(2.74±0.08)c	(1.87±0.05)c	(2.18±0.05)ab	(2.04±0.07)b	(3.72±0.08)b	(16.22±0.19)c
郑黄糯2号 Zhenghuangnuo 2	(4.89±0.10)a	(4.04±0.07)a	(2.14±0.06)b	(1.94±0.06)c	(1.82±0.05)c	(3.12±0.08)d	(17.95±0.15)a
豫研1501 Yuyan 1501	(4.19±0.12)c	(3.51±0.08)b	(2.38±0.06)a	(2.07±0.08)bc	(1.96±0.06)bc	(3.05±0.08)d	(17.17±0.16)b
郑麦366 Zhengmai 366	(2.37±0.07)e	(2.19±0.09)d	(2.55±0.10)a	(2.19±0.07)ab	(2.89±0.16)a	(4.00±0.21)a	(15.82±0.37)c

1) 表中数据为平均值±标准误差,同列内具有不同字母的平均值间有显著性差异( $P<0.05$ ),下同。

Data in the table are mean±SE, data within a column followed by different letters were significantly different ( $P<0.05$ ) according to Duncan's test. The same applies below.

### 2.2 不同寄主植物对草地贪夜蛾蛹重和蛹期的影响

取食不同寄主植物的草地贪夜蛾蛹重差异显著( $F_{4,489}=28.86, P=0.000$ )。其中,取食‘郑单958’、‘郑黄糯2号’和‘豫研1501’的草地贪夜蛾平均单头蛹重分别为176.40、171.49 mg和174.54 mg,显著高于取食‘郑单1002’和‘郑麦366’品种的154.94 mg

和138.62 mg。取食‘郑麦366’品种的蛹重最轻( $P<0.05$ )(表2)。

取食不同寄主植物的草地贪夜蛾蛹期差异显著( $F_{4,489}=33.97, P=0.000$ )。其中,取食‘郑单1002’和‘豫研1501’的草地贪夜蛾蛹期分别为10.60 d和9.81 d,显著大于取食‘郑单958’和‘郑麦366’的蛹期9.32 d和9.09 d( $P<0.05$ )(表2)。

表2 取食不同寄主植物的草地贪夜蛾的蛹重和蛹期

Table 2 Pupal weight and duration of *Spodoptera frugiperda* fed on different host plants

寄主植物 Host plant	蛹重/mg Pupal weight			蛹期/d Pupal duration
	雌 Female	雄 Male	雌雄合计 Total	
郑单 958 Zhengdan 958	(171.03±2.79)a	(181.87±3.84)a	(176.40±2.42)a	(9.32±0.09)c
郑单 1002 Zhengdan 1002	(149.73±3.30)b	(158.67±2.74)b	(154.94±2.14)b	(10.60±0.09)a
郑黄糯 2 号 Zhenghuangnuo 2	(170.46±2.20)a	(173.37±3.87)a	(171.49±1.96)a	(9.45±0.09)bc
豫研 1501 Yuyan 1501	(175.17±2.07)a	(173.75±2.45)a	(174.54±1.58)a	(9.81±0.09)b
郑麦 366 Zhengmai 366	(120.15±11.12)c	(152.47±7.17)b	(138.62±6.76)c	(9.09±0.18)c

## 2.3 寄主植物对草地贪夜蛾成虫繁殖力的影响

取食不同寄主植物的草地贪夜蛾单雌产卵量差异显著( $F_{4,171}=27.38, P=0.000$ )。其中,取食‘郑单 958’‘郑黄糯 2 号’和‘豫研 1501’的草地贪夜蛾单雌产卵量分别为 1 299.22 粒、1 286.50 粒和 1 322.60 粒,显著高于取食‘郑单 1002’和‘郑麦 366’品种的 1 052.00 粒和 971.10 粒( $P<0.05$ ) (表 3)。

取食不同寄主植物的草地贪夜蛾雌蛾寿命差异显著( $F_{4,251}=2.51, P=0.042$ )。其中,取食不同玉米品种的雌蛾寿命 9~10 d,显著高于取食‘郑麦 366’的雌蛾寿命 8.33 d( $P<0.05$ ) (表 3)。取食不同寄主植物的草地贪夜蛾雄蛾寿命也有显著差异( $F_{4,233}=3.03, P=0.018$ )。其中,取食不同玉米品种的雄蛾寿命 8~9 d,亦高于取食‘郑麦 366’的雄蛾寿命 7.20 d( $P<0.05$ ) (表 3)。

表3 取食不同寄主植物对草地贪夜蛾成虫繁殖力的影响

Table 3 Effects on reproduction of *Spodoptera frugiperda* fed on different host plants

寄主植物 Host plant	单雌产卵量/粒 Number of egg laid per female	成虫寿命/d Adult longevity		性比(雌:雄) Sex ratio (female:male)
		雌 Female	雄 Male	
郑单 958 Zhengdan 958	(1 299.22±94.59)a	(9.20±0.25)a	(8.56±0.39)a	1.00:1
郑单 1002 Zhengdan 1002	(1 052.00±100.14)b	(9.51±0.20)a	(8.26±0.28)ab	0.70:1
郑黄糯 2 号 Zhenghuangnuo 2	(1 286.50±70.38)a	(9.25±0.22)a	(8.65±0.25)a	1.83:1
豫研 1501 Yuyan 1501	(1 322.60±77.35)a	(9.85±0.26)a	(9.40±0.45)a	1.20:1
郑麦 366 Zhengmai 366	(971.70±125.63)b	(8.33±0.50)b	(7.20±0.45)b	0.75:1

## 2.4 寄主植物对草地贪夜蛾存活率的影响

取食不同寄主植物的草地贪夜蛾卵孵化率差异不显著( $F_{4,24}=0.681, P=0.613$ )。取食不同寄主植物的草地贪夜蛾化蛹率和羽化率差异均显著(化蛹率:  $F_{4,69}=20.85, P=0.000$ ; 羽化率:  $F_{4,69}=$

35.31,  $P=0.000$ )。其中,取食不同玉米品种的化蛹率为 73.33%~80.00%,显著高于取食小麦的化蛹率 44.00%( $P<0.05$ )。取食不同玉米品种的羽化率 73.33%~79.33%,亦显著高于取食小麦的羽化率 35.00%( $P<0.05$ ) (表 4)。

表4 取食不同寄主植物的草地贪夜蛾存活率

Table 4 Survival rate of *Spodoptera frugiperda* fed on different host plants

寄主植物 Host Plant	卵孵化率/% Hatch rate	化蛹率/% Pupation rate	羽化率/% Eclosion rate
郑单 958 Zhengdan 958	(91.75±0.21)a	(73.33±2.52)a	(73.33±2.52)a
郑单 1002 Zhengdan 1002	(93.54±0.24)a	(80.00±3.09)a	(79.33±3.16)a
郑黄糯 2 号 Zhenghuangnuo 2	(92.30±0.70)a	(75.33±2.56)a	(75.33±2.56)a
豫研 1501 Yuyan 1501	(93.26±1.48)a	(75.33±2.56)a	(73.33±2.11)a
郑麦 366 Zhengmai 366	(91.63±3.72)a	(44.00±3.40)b	(35.00±3.07)b

## 2.5 取食不同寄主植物的草地贪夜蛾实验种群生命表

由生命表可知,取食‘郑黄糯 2 号’品种的草地贪夜蛾的种群趋势指数最高,为 578.38,取食‘郑单

1002’的种群趋势指数在几种玉米品种中较低,为 321.47;而取食‘郑麦 366’品种的种群趋势指数最低,仅为 133.56(表 5)。

表 5 取食不同寄主植物草地贪夜蛾实验种群生命表

Table 5 Experimental population life table of *Spodoptera frugiperda* fed on different host plants

寄主植物 Host Plant	卵/粒 Egg	卵孵化率/% Egg hatching rate	成虫羽化数/头 Number of adults emerged	雌成虫比例/% Female ratio	平均产卵量/粒 Average eggs laid per female	下代期望卵量/粒 Total eggs of next generation expected	种群趋势指数(I) Population trend index
郑单 958 Zhengdan 958	100	91.75	67.28	50.00	1 299.22	43 705.94	437.06
郑单 1002 Zhengdan 1002	100	93.54	74.21	41.18	1 052.00	32 146.74	321.47
郑黄糯 2 号 Zhenghuangnuo 2	100	92.30	69.53	64.66	1 286.50	57 838.25	578.38
豫研 1501 Yuyan 1501	100	93.26	68.39	54.55	1 322.60	49 340.14	493.40
郑麦 366 Zhengmai 366	100	91.63	32.07	42.86	971.70	13 356.42	133.56

### 3 讨论

草地贪夜蛾 2019 年入侵我国以后, 目前确认的其自然寄主作物有玉米、甘蔗、高粱、谷子、小麦、水稻、薏米、花生等 15 种作物, 其中玉米发生面积为 106.5 万 hm<sup>2</sup>, 占比达 98.6%<sup>[13]</sup>, 表明草地贪夜蛾在田间首选玉米作为食物。本研究结果显示: 取食小麦的草地贪夜蛾化蛹率、蛹重、羽化率、产卵量等指标均低于取食玉米的相应指标, 整个种群在小麦上的适合度低于在玉米上的适合度, 这与巴吐西等的研究结果是一致的<sup>[24]</sup>, 但除了烟草、甘蔗和水稻等, 草地贪夜蛾在小麦上的适合度也较高<sup>[21-23]</sup>。与小麦相比, 玉米虽然是草地贪夜蛾偏好产卵的寄主<sup>[24]</sup>, 但在玉米收获后, 草地贪夜蛾转移取食小麦, 虫口密度在 4.8~105.6 头/m<sup>2</sup>, 小麦植株受害率为 30%~100%<sup>[13, 28]</sup>, 表明在喜食寄主玉米匮乏时, 草地贪夜蛾可转移为害小麦。玉米和小麦是我国主要粮食作物, 因此需要密切关注小麦上草地贪夜蛾的发生和为害, 特别是黄淮海冬小麦-夏玉米轮作区, 春播玉米种植面积较小, 3 月—6 月为小麦返青、拔节、抽穗和灌浆到成熟期, 在草地贪夜蛾迁入较早和种群数量较高的情况下, 取食为害小麦的风险则较大。由于草地贪夜蛾偏好取食玉米, 应加大春播玉米上草地贪夜蛾的监测和防控, 降低种群基数, 以减少其在小麦上发生为害的风险。

取食不同寄主植物的草地贪夜蛾的种群趋势指数由大到小顺序为: ‘郑黄糯 2 号’(578.38)>‘豫研 1501’(493.40)>和‘郑单 958’(437.06)>‘郑单 1002’(321.47)>‘郑麦 366’(133.56)。草地贪夜蛾在‘郑单 1002’品种的适合度较低, 说明其对草地贪夜蛾的抗虫性较其他品种高。筛选和利用玉米天然抗虫性(非转基因抗虫性)种质资源在美国研究较

早, Davis 等 1992 年依据草地贪夜蛾在田间取食玉米叶片或者穗部情况, 将其为害程度划分为 9 级, 其中为害程度 1 级为高抗, 为害程度在 8~9 级为高感<sup>[29]</sup>。天然抗性玉米品种对草地贪夜蛾的抗性多数为 3~5 级<sup>[30]</sup>, 处于抗性到中抗之间。尽管本文室内研究表明草地贪夜蛾在‘郑单 1002’品种上的适合度较低, 其在田间对草地贪夜蛾取食为害级别和抗性表现还有待进一步的验证。

草地贪夜蛾在‘郑黄糯 2 号’上的适合度最高, 一方面可以利用该玉米品种在室内进行草地贪夜蛾种群的大量繁殖, 为各种试验提供大量的试虫; 另一方面, 在河南地区, 普通夏玉米的种植时间一般在 6 月中上旬, 而甜糯玉米的种植时间一般为 7 月上中旬, 使得 8 月份发生的草地贪夜蛾更倾向于在小喇叭口期的甜糯玉米上大量发生和繁殖, 如果防治不及时, 不仅影响甜糯玉米的安全生产, 而且其种群数量加大后可能扩大为害普通玉米。反之, 我们可利用甜糯玉米晚播和草地贪夜蛾“趋嫩”的特点, 以及草地贪夜蛾在甜糯玉米上适合度高的特点, 以小喇叭口期的甜糯玉米作为诱集带, 及时密切监测, 并适时集中喷施杀虫剂进行防控, 不仅能降低小喇叭口期甜糯玉米上种群数量, 还能降低区域为害水平。

玉米次生代谢物质, 特别是含量较高的丁布在抑制害虫取食, 以及影响幼虫对营养物质的吸收和利用方面起着重要作用<sup>[31]</sup>。本研究中, 草地贪夜蛾在‘郑黄糯 2 号’上适合度最高, 在‘郑单 1002’上适合度较低, 是否由于次生物质丁布含量的差异而引起, 需要进一步的研究和验证。

### 参考文献

- [1] SPARKS A N. A review of the biology of the fall armyworm [J]. Florida Entomologist, 1979, 62(2): 82~87.

- [2] TODD E L, POOLE R W. Keys and illustrations for the armyworm moths of the noctuid genus *Spodoptera* Guenée from the Western Hemisphere [J]. Annals of the Entomological Society of America, 1980, 73(6): 722–738.
- [3] JOHNSON S J. Migration and the life history strategy of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in the Western Hemisphere [J]. International Journal of Tropical Insect Science, 1987, 8(4/5/6): 543–549.
- [4] PITRE H N. Relationship of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) from Florida, Honduras, Jamaica, and Mississippi: susceptibility to insecticides with reference to migration [J]. Florida Entomologist, 1988, 71: 56–61.
- [5] GOERGEN G, KUMAR P L, SANKUNG S B, et al. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in west and central Africa [J/OL]. PLoS ONE, 2016, 11 (10): e0165632. DOI: 10.1371/journal.pone.0165632.
- [6] COCK M J, BESEH P K, BUDDIE A G, et al. Molecular methods to detect *Spodoptera frugiperda* in Ghana, and implications for monitoring the spread of invasive species in developing countries [J/OL]. Scientific Reports, 2017, 7(1): 4103. DOI: 10.1038/s41598-017-04238-y.
- [7] FAO. Fall armyworm keeps spreading and becomes more destructive [EB/OL]. 2019. [http://allafrica.cn/Enweb/New\\_923.html](http://allafrica.cn/Enweb/New_923.html).
- [8] CABI. CABI warns of rapid spread of crop-devastating fall armyworm across Asia [EB/OL]. 2018. <https://www.cabi.org/news-and-media/2018/cabi-warns-of-rapid-spread-of-crop-devastating-fall-armyworm-across-asia/>.
- [9] FAO. Fall armyworm likely to spread from India to other parts of Asia with South East Asia and South China most at risk [R]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018.
- [10] 全国农业技术推广服务中心. 重大害虫草地贪夜蛾已侵入云南, 各地要求立即开展调查监测[R]. 植物病虫情报, 2019 第7期, 2019-01-18.
- [11] 孙小旭, 赵胜园, 靳明辉, 等. 玉米田草地贪夜蛾幼虫的空间分布型与抽样技术[J]. 植物保护, 2019, 45(2): 13–18.
- [12] 姜玉英, 刘杰, 朱晓明. 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.
- [13] 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.
- [14] 李国平, 王亚楠, 李辉, 等. 河南省苗期玉米田草地贪夜蛾幼虫与常见其他种类害虫的识别特征[J]. 中国生物防治学报, 2019, 35(5): 747–754.
- [15] MONTEZANO D G, SPECHT A, SOSA-GOMEZ D R, et al. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas [J]. African Entomology, 2018, 26(2): 286–300.
- [16] PASHLEY D P, JOHNSON S J, SPARKS A N. Genetic population structure of migratory moths: the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. Annals of the Entomological Society of America, 1985, 78(6): 756–762.
- [17] PASHLEY D P. Current status of fall armyworm host strains [J]. Florida Entomologist, 1988, 71: 227–234.
- [18] DUMAS P, LEGEAI F, LEMAITRE C, et al. *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) host-plant variants: two host strains or two distinct species? [J]. Genetica, 2015, 143 (3): 305–316.
- [19] NAGOSHI R N, SILVIE P, MEAGHER R L. Comparison of haplotype frequencies differentiates fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) corn-strain populations from Florida and Brazil [J]. Journal of Economic Entomology, 2007, 100: 954–961.
- [20] 张磊, 柳贝, 姜玉英, 等. 中国不同地区草地贪夜蛾种群生物型分子特征分析[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 20–27.
- [21] 徐蓬军, 张丹丹, 王杰, 等. 草地贪夜蛾对玉米和烟草的偏好性研究[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 61–64.
- [22] 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.
- [23] 黄芊, 凌炎, 蒋婷, 等. 草地贪夜蛾对三种寄主植物的取食选择性及其适应性研究[J]. 环境昆虫学报, 2019, 41(6): 1141–1145.
- [24] 巴吐西, 张云慧, 张智, 等. 草地贪夜蛾对小麦和玉米的产卵选择性及其种群生命表[J]. 植物保护, 2020, 46(1): 17–23.
- [25] HE Limei, WANG Tengli, CHEN Yuchao, et al. Larval diet affects development and reproduction of East Asian strain of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2020, 19(2): 2–10.
- [26] 何莉梅, 赵胜园, 吴孔明. 草地贪夜蛾取食为害花生的研究 [J]. 植物保护, 2020, 46(1): 28–33.
- [27] 李干金, 徐显浩, 张海亮, 等. 短时高温暴露对褐飞虱存活和生殖特性的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(9): 1747–1755.
- [28] 杨现明, 孙小旭, 赵胜园, 等. 小麦田草地贪夜蛾的发生为害、空间分布与抽样技术[J]. 植物保护, 2020, 46(1): 10–16.
- [29] DAVIS F M, WILLIAMS W P. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm [R]. Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station, 1992. Technical Bulletin 186, Mississippi State University, MS39762, USA.
- [30] PRASANNA B M, HUESING J E, EDDY R, et al. Fall armyworm in Africa: A guide for integrated pest management [M]. First Edition. Mexico, CDMX: CIMMYT, 2018.
- [31] 郭井菲, 何康来, 王振营. 玉米对钻蛀性害虫的抗性机制研究进展[J]. 中国生物防治学报, 2014, 30(6): 807–816.

(责任编辑: 田 喆)