

草地贪夜蛾对四种重要南繁作物取食与产卵选择及适合度研究*

唐 雪^{1,2**} 吕宝乾^{1,2***} 唐继洪^{1,2} 卢 辉^{1,2}
林南方¹ 王秀婷¹ 陈玉莹¹

(1. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 农业农村部热带作物有害生物综合治理重点实验室, 海南省热带农业有害生物监测与控制重点实验室, 海口 571101; 2. 中国热带农业科学院三亚研究院, 海南省南繁生物安全与分子育种重点实验室, 三亚 572025)

摘 要 【目的】为明确南繁区草地贪夜蛾在 4 种重要作物玉米、水稻、花生和辣椒上的取食偏好、产卵选择及适合度。【方法】采用叶碟法和养虫笼产卵法, 测定草地贪夜蛾幼虫对 4 种寄主植物的取食选择率及成虫在 4 种寄主植物上产卵的卵块数、卵粒数、卵块比和着卵率, 并比较了取食不同寄主植物后草地贪夜蛾幼虫发育历期、幼虫和蛹的存活率、雌成虫的寿命和繁殖力。【结果】不同龄期草地贪夜蛾幼虫均对玉米表现出强烈的取食偏好性, 但随着龄期增长, 对其余 3 种寄主的取食选择率呈上升趋势, 在 4 种寄主上的取食偏好性整体表现为玉米>水稻>花生>辣椒。草地贪夜蛾雌成虫在 4 种寄主上的产卵喜好顺序为玉米>花生>辣椒>水稻, 在 4 种寄主上的产卵量分别为玉米(1 208.60±34.91)粒、花生(331.40±32.83)粒、辣椒(186.60±20.14)粒、水稻(169.20±27.77)粒, 在玉米和花生上第 2 天产卵量最多, 在辣椒和水稻上第 3 天产卵量最多。此外, 草地贪夜蛾幼虫在 4 种寄主上的发育历期由长到短表现为辣椒>水稻>花生>玉米, 在辣椒上不能发育到 6 龄。在 4 种寄主上幼虫和蛹的存活率由大到小表现为玉米>花生>水稻>辣椒, 在辣椒上发育到 4 龄时就几乎全部死亡。取食不同寄主的草地贪夜蛾发育到成虫后, 其成虫寿命由长到短表现为玉米>花生>水稻, 单雌产卵量表现为玉米>水稻>花生。【结论】草地贪夜蛾在玉米、水稻和花生 3 种寄主植物上均能实现种群繁殖, 在辣椒无法完成生活史。

关键词 寄主植物; 发育历期; 产卵量; 存活率

Feeding and oviposition preferences, and fitness, of *Spodoptera frugiperda* with respect to four important crops in the Nanfan area

TANG Xue^{1,2**} LÜ Bao-Qian^{1,2***} TANG Ji-Hong^{1,2} LU Hui^{1,2}
LIN Nan-Fang¹ WANG Xiu-Ting¹ CHEN Yu-Ying¹

(1. Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agriculture Sciences, Key Laboratory of Integrated Pest Management on Tropical Crops, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Hainan Key Laboratory for Monitoring and Control of Tropical Agricultural Pests, Haikou 571101, China; 2. Sanya Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agriculture Sciences, Hainan Key Laboratory for Biosafety Monitoring and Molecular Breeding in Off-Season Reproduction Regions, Sanya 572025, China)

Abstract 【Objectives】To determine the feeding and oviposition preferences, and fitness, of *Spodoptera frugiperda* feeding on four important crops (corn, chili, rice and peanuts) in the Nanfan area. 【Methods】The leaf disc method was used to

*资助项目 Supported projects: 国家重点研发计划(2021YFD1400701); 海南省国际科技合作研发项目(GHYF2022002); 海南省重大科技计划项目(No. ZDKJ202002)

**第一作者 First author, E-mail: Aneira1994@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: lvbaoqian@hotmail.com

收稿日期 Received: 2022-09-27; 接受日期 Accepted: 2023-05-23

determine the relative preference of *S. frugiperda* larvae for each of the above four host plants. Oviposition preferences were determined by restricting adult females to one of the four host plants and comparing the number of eggs masses, number of eggs, percentage of egg mass and percentage of eggs, laid on each host plant species. The developmental duration and survival rate of larvae and pupae, and adult female longevity and fecundity, were compared between insects raised on different host plants. **[Results]** Different larval instars showed a strong preference for corn, but preference for the other three host plants tended to increase with larval instar. The four host plants can be ranked in terms of preference as follows: corn > rice > peanut > pepper, and in terms of suitability for oviposition as: corn > peanut > pepper > rice. The number of eggs laid on each of the four host plants was: corn ($1\ 208.60 \pm 34.91$), peanut (331.40 ± 32.83), pepper (186.60 ± 20.14) and rice (169.20 ± 27.77). Most eggs were laid on the second day on corn and peanuts, and on the third day on chili and rice. In addition, the developmental duration of larvae on the four host plants can be ranked as follows: pepper > rice > peanut > corn. Larvae could not develop to the sixth instar on pepper. The survival rate of larvae and pupae on the four host plants can be ranked: corn > peanut > rice > pepper. Almost all larvae died at the fourth instar stage on pepper. **[Conclusion]** The four different host plants tested significantly affected the development, fecundity, survival and longevity of *S. frugiperda*. Host plants can be ranked in terms of adult life span as follows: corn > peanut > rice, and in terms of the number of eggs laid per female as: corn > rice > peanut. *S. frugiperda* can successfully reproduce on corn, rice and peanut, but cannot complete its life cycle on pepper.

Key words host plants; developmental period; fecundity; survival rate

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smmith) 原产于美洲热带和亚热带地区, 属鳞翅目 Lepidoptera, 夜蛾科 Noctuidae, 又名秋粘虫 (Fall armyworm), 是世界性重要入侵害虫, 具有分布广、寄主种类多, 迁飞和繁殖能力强的特点, 已在全球多地发生危害, 对作物造成了巨大的经济损失, 严重威胁中国乃至世界的粮食生产 (Day *et al.*, 2017; Kebede and Shimalis, 2018; 王磊等, 2019; 吴孔明, 2020; 郭井菲等, 2022)。自 2016 年 1 月开始入侵非洲后, 两年之内便快速扩散至非洲 44 个国家, 对玉米造成了严重的经济损失 (王磊等, 2019)。2019 年首次在我国云南省普洱市被发现并报道 (杨学礼等, 2019), 随后在中国热带和南亚热带地区呈快速蔓延形势 (吴秋琳等, 2019), 其中 22 个省 (自治区、直辖市) 发生草地贪夜蛾幼虫为害 (姜玉英等, 2019)。结合世界不同地区的物候学特征分析表明, 南亚、东南亚和澳大利亚的气候条件也适合草地贪夜蛾生存定殖 (Early *et al.*, 2018), 世界愈多地区面临被入侵的威胁 (江幸福等, 2019), 存在入侵适应过程中寄主范围进一步拓宽的可能性, 因此, 开展草地贪夜蛾在不同寄主间转移为害的风险评估研究十分重要。

草地贪夜蛾寄主范围广泛, 有 76 科近 353 种植物, 偏好取食禾本科植物, 包括玉米、谷子、

水稻、小麦和甘蔗等; 其他主要农作物, 如豇豆、土豆、大豆和棉花也在其选择范围内 (Montezano *et al.*, 2018)。不同寄主植物由于组织结构及所含次生物质的不同, 对植食性昆虫取食和繁殖等行为会产生显著影响, 使其表现出偏嗜或忌避等选择行为, 导致其对不同寄主植物的危害程度不同 (栾玉柱等, 2013; 杨安沛等, 2020)。国内众多学者通过发育历期、蛹重、产卵量、存活率等生活史特征比较了草地贪夜蛾在玉米、甘蔗、花生、香蕉、大豆、豇豆、四季豆荞麦和生姜等作物, 以及稗草、马唐、牛筋草、莎草、马齿苋及鹅肠草等杂草的取食适应性。发现草地贪夜蛾对不同的植物适应性不同, 多数植物上能完成生活史。而较适宜的寄主主要是玉米、甘蔗和花生等。而在有玉米参与测试的研究中, 玉米均是草地贪夜蛾最为适宜的寄主 (李定银等, 2019; 徐蓬军等, 2019; 邱良妙等, 2020; 孙悦等, 2020; 吕亮等, 2022; 苏湘宁等, 2022; 许冬等, 2022)。国外的研究表明草地贪夜蛾的取食和产卵选择性因寄主植物种类和基因型而异, 雌性草地贪夜蛾更喜欢在玉米上产卵, 而不是其他蔬菜作物, 如卷心菜和大豆 (De La Rosa-Cancino *et al.*, 2016; Sotelo-Cardona *et al.*, 2021)。幼虫的取食选择性也因寄主植物而异, 某些基因型对幼虫发育更具吸引力和适宜性 (Wijerathna *et al.*, 2021)。前人

实验中选择的皆为不同季节的交错种植作物,尚未根据同一时空多种作物交错种植进行评估草地贪夜蛾自由选择寄主。

海南南繁区具有典型的热带气候和充足的日照条件以及生态资源能够为各种作物提供周年生长的适宜环境,不仅是草地贪夜蛾生长发育周年繁殖区,而且符合各类作物的生长要求。海南南繁区每年制种面积近 1.33 万 hm^2 ,以水稻和玉米为主,其次是棉花、大豆,花生和瓜菜等;每年育种面积约 0.27 万 hm^2 ,以玉米和水稻为主,其次是棉花、大豆、高粱、蔬菜等作物(兰宇, 2022)。因此同一时空多种作物交错种植,且同一个区域种植多种作物概率大(赵军明等, 2022)。这也提供给草地贪夜蛾自由选择寄主的机会。因此,本文结合草地贪夜蛾危害的作物以及南繁区特色种植制度,选取南繁区主要种植的禾本科作物水稻、玉米,豆科作物花生以及茄科作物辣椒作为寄主植物(兰宇, 2022),研究了草地贪夜蛾幼虫对其取食偏好及成虫的产卵偏好,同时比较了草地贪夜蛾在 4 种寄主植物上的适合度。

1 材料与方法

1.1 供试虫源与寄主植物

草地贪夜蛾幼虫采自海南省儋州市宝岛新村六坡队玉米田(经度 $19^{\circ}30'N$, 纬度 $109^{\circ}28'E$),在实验室以新鲜玉米嫩叶饲养繁育。幼虫饲养条件为温度 $(26 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $70\% \pm 15\%$ 、光照周期 12L : 12D。成虫产卵期间保持相对湿度 80% 左右,饲喂 1% 蜂蜜水。

玉米(粤甜 9 号)、水稻(粳 128)、花生(花育 41 号)、辣椒(灯笼椒)均种植于海南省儋州市中国热带农业科学院试验基地($30^{\circ}29'N$, $114^{\circ}18'E$),每种作物均在相隔半个月时间新种植一批直到实验结束,保证实验过程中,均有株高 10-20 cm 的植株(均处于营养生长阶段)用于实验,4 种寄主植物均为常规水肥管理且不施用农药。

1.2 方法

1.2.1 幼虫取食选择性 采用 Jermy 叶碟法测定草地贪夜蛾不同龄期幼虫的取食选择(汤清波和王琛柱, 2007)。将 4 种植物(株高 10-20 cm)用剪刀剪取面积足够幼虫取食的叶片,保证每种叶片面积总和一致,采用对角线法将叶片摆放入培养皿或圆盆中,分别挑选 2 龄幼虫和 4 龄幼虫各 20 头放入直径为 20 cm 的培养皿中央,挑选 20 头 6 龄幼虫放入直径为 40 cm 的圆盆中央,培养皿和圆盆底部均放滤纸保湿,每处理重复 6 次。接虫后置于温度 $(26 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $70\% \pm 15\%$ 、光周期(12L : 12D)的养虫室培养,分别于接虫后 6 h 和 24 h 观察并记录幼虫对不同植物叶片的选择情况,计算取食选择率。

1.2.2 成虫产卵选择性 将 4 种植物移栽到直径 15 cm 花盆中,选取的每种植物株高(约 15 cm)和叶片面积相近。待草地贪夜蛾成虫羽化 1 d 后,分别在养虫笼内($50\text{ cm} \times 50\text{ cm} \times 50\text{ cm}$)释放 8 对成虫(8 雌 8 雄性),令其自由交配。将 4 种植物各选取 2 盆随机排列放入养虫笼($1.2\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m}$)内,每盆与养虫笼中心等距摆放,养虫笼中心放置蘸有 1% 蜂蜜水的脱脂棉供成虫补充营养,释放交配后的 8 对成虫。每天收集不同植物上的卵块,统计卵块数和卵粒数,连续记录 5 d。每组试验重复 5 次。试验在恒温养虫室内进行,温度为 $(26 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $70 \pm 10\%$ 、光照周期为(12L : 12D),计算着卵率和卵块比。

1.2.3 不同寄主植物对草地贪夜蛾生长发育和繁殖的影响 选取营养生长阶段(株高 10-20 cm)新鲜玉米、辣椒、水稻和花生叶片分别放入方形塑料盒中(长 = 25 cm, 宽 = 15 cm, 高 = 10 cm),并在塑料盒中接入室内长期以玉米叶片饲养的草地贪夜蛾卵块(约 200 粒卵),待幼虫发育到 3 龄之后,为避免自相残杀,将幼虫单头饲养于圆形塑料盒中(直径 = 6 cm, 高 = 3 cm),每 12 h 检查 1 次并更换新鲜叶片,观察记录草地贪夜蛾的龄期和死亡情况。收集羽化成虫并放置于 200 mL 塑料杯(直径 = 7 cm, 高 = 9 cm)进行单对配对,用脱脂纱布封口,底部放

置蘸有 1% 蜂蜜水的脱脂棉供成虫取食。每个寄主重复 3 次, 每个重复 5 对。记录雌成虫第 1 次产卵时间, 每天收集卵块并统计产卵量同时记录雌成虫寿命。

1.3 数据处理

取食选择率、着卵率和卵块比的计算方法如下:

取食选择率 = (取食该植物叶片的幼虫数 / 存活幼虫总数) $\times 100\%$;

着卵率 = (该植物上的着卵量 / 所有植物上的着卵量) $\times 100\%$;

卵块比 = (该植物上的卵块数 / 所有植物上的卵块数) $\times 100\%$ 。

数据分析在 SPSS 25.0 中进行。所有数据利用 K-S 检验验证正态性假设, 利用 Bartlett 检验验证方差齐次性假设。使用单因素方差分析 (One-way ANOVA) 检验草地贪夜蛾在不同寄主上的取食选择性、产卵选择性、发育历期、存活率, 所有方差分析的结果均用 Tukey's HSD 多重比较进行差异显著性分析, 检验均设显著性水

平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 草地贪夜蛾幼虫的取食偏好性

各龄期幼虫对不同寄主的取食选择率差异较大, 3 个龄期的幼虫都对玉米表现出较强的取食偏好性, 其中 2 龄幼虫的取食偏好性最为明显, 在取食 24 h (图 1: B) 时对玉米的选择率达到最高, 为 $81.00\% \pm 5.07\%$ 。随着龄期的增长, 幼虫对玉米的取食偏好性逐渐减弱, 对其余 3 种植物的取食偏好性逐渐增强。6 龄幼虫在取食 6 h (图 1: A) 时对玉米和水稻的取食选择率差异不显著 ($P > 0.05$), 在取食 24 h (图 1: B) 时对辣椒、水稻和花生的取食偏好性无显著性差异 ($P > 0.05$)。除了 4 龄幼虫在取食 24 h (图 1: B) 时对花生的取食选择率显著高于辣椒之外 ($P < 0.05$), 其余处理在辣椒和花生的上的取食选择率均无显著性差异 ($P > 0.05$)。草地贪夜蛾幼虫对不同寄主取食偏好性总体表现为玉米 > 水稻 > 花生 > 辣椒 (图 1)。

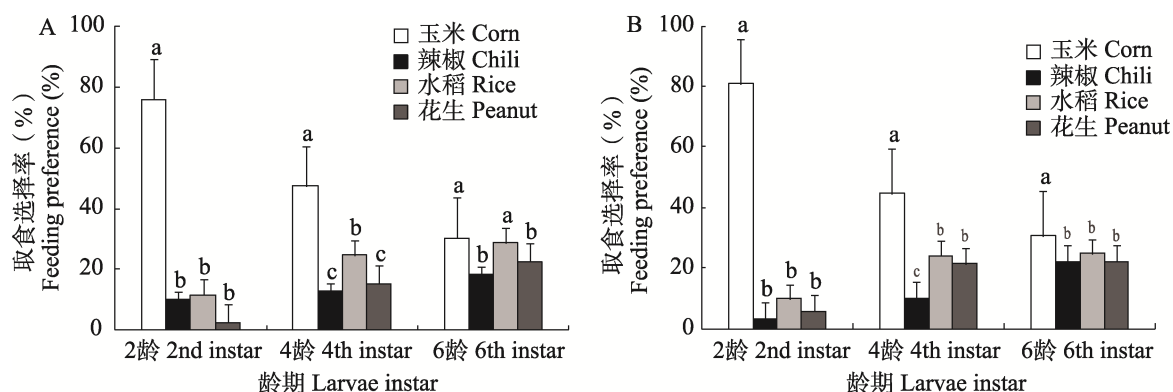


图 1 草地贪夜蛾幼虫对不同寄主植物的取食选择性

Fig. 1 Feeding preference of *Spodoptera frugiperda* larvae to different plants

A. 取食 6 h; B. 取食 24 h。图中数据为平均值 $\pm$ 标准误。柱上标有相同字母表示差异不显著 (单因素方差分析, Tukey's HSD 多重比较, $P > 0.05$)。下图同。

A. Feeding for 6 h; B. Feeding for 24 h. Data in the chart are mean $\pm$ SE. Histograms with the same lowercase letters indicate no significant difference (One-way ANOVA, Tukey's HSD, $P > 0.05$). The same as below.

2.2 草地贪夜蛾成虫对不同植物的产卵选择性

草地贪夜蛾成虫对不同植物具有明显的产卵选择性 (表 1)。4 种寄主植物的选择试验表明, 累计 5 d 的卵块数和卵粒数最高的是玉米, 分别

为 (12.60 ± 0.81) 块和 (1208.60 ± 34.91) 粒, 占有寄主上总卵量的 50.45%, 着卵率为 $50.17\% \pm 0.69\%$, 显著高于另外 3 种植物 ($P < 0.05$); 辣椒上的卵块数略高于水稻, 但两种寄主上的

卵粒数无显著差异 ($P>0.05$)。不同寄主上卵块比由大到小依次为玉米>花生>辣椒>水稻。

草地贪夜蛾成虫产卵第 1 天,在玉米、水稻、花生、辣椒叶片上及养虫笼上的产卵量分别为 (132.60 ± 3.96)、(52.80 ± 27.14)、(36.80 ± 17.13)、(29.20 ± 12.08) 和 (51.60 ± 34.04) 粒;第 2 天,成虫在玉米叶片上的产卵量达到最多,

为 (391.80 ± 30.16) 粒,在花生上的产卵量为 (53.00 ± 25.12) 粒,高于水稻和辣椒;第 3 天,成虫在水稻和花生上的产卵量均达到最大值,分别为 (59.20 ± 24.22) 和 (119.20 ± 26.70) 粒;第 4 天,成虫在辣椒上的产卵量达到最大值,为 (55.20 ± 9.79) 粒。随后,产卵量均逐渐下降,第 5 天,所有植物上产卵量均达到最低值(图 2)。

表 1 草地贪夜蛾对 4 种植物的产卵选择性

Table 1 Oviposition selectivity of *Spodoptera frugiperda* adults to four plants

产卵选择 Oviposition selection	卵块数 (块) Number of egg masses (masses)	卵粒数 (粒) Number of eggs (grains)	卵块比 (%) Percentage of egg masses (%)	着卵率 (%) Percentage of eggs (%)
玉米 Corn	12.60 ± 0.81 a	$1\ 208.60 \pm 34.91$ a	45.65 ± 2.82 a	50.17 ± 0.69 a
辣椒 Chili	3.40 ± 0.40 bc	186.60 ± 20.14 d	11.63 ± 1.37 bc	7.28 ± 0.87 d
水稻 Rice	2.00 ± 0.55 c	169.20 ± 27.77 d	7.18 ± 1.85 d	6.98 ± 1.08 d
花生 Peanut	5.00 ± 0.78 b	331.40 ± 32.83 c	18.13 ± 2.86 b	13.86 ± 1.59 c
养虫笼 Cage	4.60 ± 0.40 b	512.20 ± 51.74 b	16.64 ± 1.28 b	21.20 ± 1.95 b

表中数据为 8 对成虫 (8 雌 8 雄) 产卵情况的平均值 $\pm$ 标准误,同列数据后标有相同小写字母的数据之间差异不显著 (单因素方差分析, Tukey's HSD 多重比较, $P>0.05$)。下表同。

The data in the table are presented as mean $\pm$ SE of oviposition of 8 pairs adults (8 females and 8 males), and the data in the same column followed by the same lowercase letters are not significantly different (One-way ANOVA, Tukey's HSD, $P>0.05$). The same below.

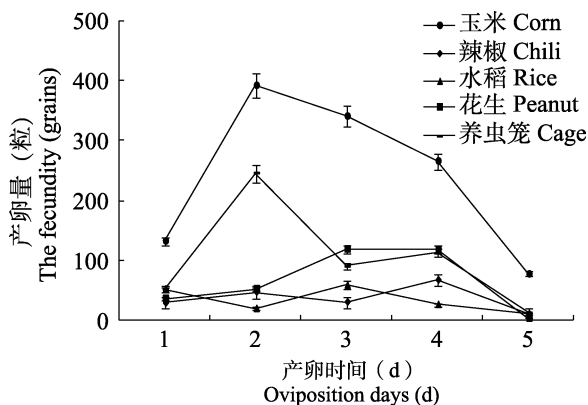


图 2 草地贪夜蛾成虫在不同植物上的产卵量

Fig. 2 Fecundity of adults of *Spodoptera frugiperda* on different plants

2.3 不同植物对草地贪夜蛾生长发育和繁殖的影响

2.3.1 不同寄主植物对草地贪夜蛾幼虫发育历期的影响 草地贪夜蛾幼虫在 4 种寄主上发育总历期有显著差异 ($P<0.05$), 幼虫取食玉米发

育历期最短 (12.86 ± 0.06) d, 与取食玉米相比, 取食花生的幼虫历期延长了 4.09 d, 取食水稻的延长了 7.7 d, 取食辣椒的则延长了 10.94 d。1、3、4 和 5 龄的幼虫取食不同寄主时的发育历期由长到短均为: 辣椒>水稻>花生>玉米, 2 龄幼虫则为辣椒>花生>水稻>玉米, 6 龄幼虫则为花生>水稻>玉米, 草地贪夜蛾幼虫取食辣椒后无法发育到 6 龄 (表 2)。

2.3.2 不同寄主植物对草地贪夜蛾幼虫和蛹存活率的影响 草地贪夜蛾取食不同寄主后, 其 1 龄幼虫的存活率分别为玉米 $93.57\% \pm 2.08\%$ 、水稻 $89.87\% \pm 1.98\%$ 、花生 $88.94\% \pm 2.10\%$ 、辣椒 $42.40\% \pm 1.59\%$, 在辣椒的存活率显著低于其余 3 种寄主 ($P<0.05$)。随着龄期增长, 在各个寄主上的存活率下降, 在玉米和花生上的存活率下降缓慢, 在水稻和辣椒上的存活率出现明显下降, 2 龄幼虫在辣椒上的存活率仅为 $13.21\% \pm 1.48\%$, 3 龄幼虫仅为 $5.65\% \pm 0.64\%$, 4 龄幼虫

几乎全部死亡。到达蛹期, 4 种寄主上的存活率 37.46% ± 1.43%、水稻 22.91% ± 1.51%、辣椒 0 由大到小分别为玉米 62.68% ± 1.50%、花生 (图 3)。

表 2 草地贪夜蛾幼虫在不同寄主植物上的发育历期
Table 2 Developmental period of *Spodoptera frugiperda* larvae on different host plants

寄主 Host	幼虫期 (d) Larvae duration (d)						总历期 (d)
	1 龄 1st instar	2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	4 龄 4th instar	5 龄 5th instar	6 龄 6th instar	Total larval duration (d)
玉米 Corn	2.73±0.23 c	1.80±0.06 c	1.51±0.05 b	1.80±0.15 c	2.05±0.09 c	3.02±0.03 b	12.86±0.06 d
辣椒 Chili	5.03±0.15 a	3.37±0.26 a	4.30±0.15 a	4.63±0.28 a	6.47±0.22 a	-	23.80±0.06 a
水稻 Rice	4.53±0.23 a	1.93±0.07 c	4.00±0.12 a	3.07±0.09 b	3.13±0.12 b	3.60±0.23 a	20.56±0.08 b
花生 Peanut	3.53±0.18 b	2.73±0.09 b	2.30±0.15 b	2.67±0.09 b	2.30±0.06 c	3.43±0.12 ab	16.95±0.04 c

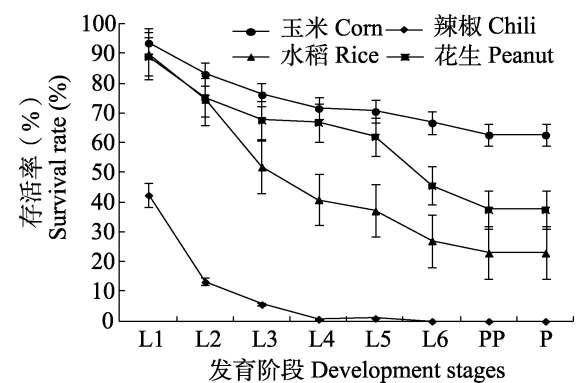


图 3 不同寄主植物上草地贪夜蛾幼虫和蛹的存活率
Fig. 3 Survival rate of *Spodoptera frugiperda* larvae and pupae on different host plants
L1-L6: 分别为 1-6 龄幼虫 1st-6th instar larva, respectively; PP: 预蛹 Prepupa; P: 蛹 Pupa.

2.3.3 不同寄主植物对草地贪夜蛾雌成虫寿命和繁殖力的影响

草地贪夜蛾在玉米、水稻和花生上均能完成生活史, 而辣椒上在蛹期之前即全部死亡。取食花生的草地贪夜蛾产卵前期 (3.40 ± 0.55) d 显著长于玉米 (2.60 ± 0.24) d ($P<0.05$)。取食玉

米的草地贪夜蛾雌成虫寿命 (10.40 ± 0.51) d 最长, 其次是花生 (9.40 ± 0.24) d, 取食水稻的成虫寿命最短 (7.8 ± 0.37) d。取食玉米的成虫单雌产卵量为 (1337.40 ± 163.69) 粒, 显著多于水稻 [(924.60 ± 15.57)] 粒和花生 [(714.20 ± 11.41) 粒] ($P<0.05$) (表 3)。

3 讨论

本研究选取南繁区主要作物玉米、水稻、辣椒和花生作为寄主, 探究草地贪夜蛾幼虫对这 4 种寄主植物的取食和产卵偏好及适应性。结果表明草地贪夜蛾在不同寄主上的取食偏好顺序为玉米 > 水稻 > 花生 > 辣椒, 产卵偏好顺序为玉米 > 花生 > 辣椒 > 水稻, 草地贪夜蛾在玉米、花生、水稻均能完成生活史, 在辣椒上不能完成生活史。因此, 玉米是草地贪夜蛾最适宜的寄主, 花生和水稻次之, 辣椒是其最不适宜的寄主。

昆虫与植物在共同进化的同时, 存在着明显的互作关系, 而选择合适的寄主植物是昆虫与寄

表 3 不同寄主植物对草地贪夜蛾雌成虫寿命和繁殖力的影响
Table 3 Effects of different host plants on the longevity and fecundity of female adult of *Spodoptera frugiperda*

寄主 Host	产卵前期 (d) Preoviposition (d)	雌成虫寿命 (d) Female adult longevity (d)	单雌产卵量 (粒) Number of eggs laid per female (grains)	雌性比 Rate of female
玉米 Corn	2.60±0.24 b	10.40±0.51 a	1 337.40±163.69 a	0.58
水稻 Rice	2.80±0.44 ab	7.80±0.37 b	924.60±15.57 b	0.54
花生 Peanut	3.40±0.55 a	9.40±0.24 a	714.20±11.41 b	0.56
辣椒 Chili	-	-	-	-

主互动间最原始的生态关系 (Thompson, 1988)。本研究中草地贪夜蛾幼虫对玉米表现出最强的取食偏好性, 我们的研究结果进一步表明, 玉米是草地贪夜蛾高度首选的主要寄主, 但草地贪夜蛾也取食水稻、花生和辣椒。因此, 考虑到南繁区农田系统多种作物在时间和空间上同时生长的景观特点, 在玉米收获或者叶片老化时, 草地贪夜蛾或许会转移至花生、水稻和辣椒上取食以保存种群。此外, 随着幼虫龄期的增加草地贪夜蛾对玉米的偏好性也逐渐减弱, 对其余 3 种植物的取食偏好性逐渐增强, 这可能是由于随着幼虫龄期的增长其对寄主植物的适应能力也在逐渐增强所致。这与鳞翅目害虫亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) (袁志华, 2013)、甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* (Hübner) (张娜等, 2009) 和劳氏粘虫 *Leucania loreyi* (Duponchel) (蒋婷等, 2017) 的取食选择特点相似, 高龄幼虫的取食选择性没有低龄幼虫明显。

植食性昆虫的成虫更喜欢在营养丰富且适合幼虫生长的寄主植物上产卵 (Simpson, 1994), 以利于其后代生长发育。张磊等 (2019) 等对中国 13 省 (直辖市、自治区) 131 个县市的 318 份草地贪夜蛾样品进行群体遗传特征分析认为, 入侵我国的草地贪夜蛾群体很可能来自一个水稻型母本和玉米型父本杂交群体的后代, 在长期的演化扩散过程中, 玉米型的核基因组占据了主导地位, 从而成为一种特殊的玉米型。我国境内草地贪夜蛾对玉米具有较强的偏好性是其遗传基因所决定的。本文对草地贪夜蛾产卵选择结果显示, 草地贪夜蛾成虫倾向于产卵在嗜好强的玉米寄主上, 这与前期以玉米作为嗜食寄主测试草地贪夜蛾成虫在杂草、豆科植物、蔬菜上的产卵选择性结果一致 (De La Rosa-Cancino *et al.*, 2016; Sotelo-Cardona *et al.*, 2021; 吴道慧, 2021; 苏湘宁等, 2022; 许冬等, 2022; 肖勇等, 2022)。在植食性昆虫中, 新植物的引入会导致其对产卵的偏好发生变化 (Nosil *et al.*, 2006; Lechner *et al.*, 2015)。肖勇等 (2022) 研究发现草地贪夜蛾在黄瓜和玉米上的产卵量最高, 且无显著差异。因此根据本研究结果可推测, 在不同寄主植物同时存在的情况下, 草地贪夜蛾成虫虽会主动选择玉

米产卵, 但部分成虫会选择在水稻和花生落卵, 由于其幼虫在水稻和花生上均可完成生活史, 所以南繁区作物多样性为草地贪夜蛾的产卵提供了更广泛的选择, 使得水稻和花生有潜在危害风险。

害虫对植物的适应性可能与植物抗虫能力有关, 植物中复杂的防御系统可以对害虫产生很强的抵抗力 (李定银等, 2019)。草地贪夜蛾取食玉米、水稻、花生等寄主植物均可完成世代繁衍, 但取食辣椒叶的幼虫存活率显著降低, 无法到达蛹期, 这与 Wu 等 (2021) 发现草地贪夜蛾可以在辣椒上完成其生命周期不一致。分析其原因, 不同辣椒品种中的次级代谢物, 如辣椒素、单宁和总酚与害虫抗性密切相关 (贾彦霞等, 2018)。需要进一步的研究不同辣椒品种对草地贪夜蛾生长机制的影响。

本研究结果说明玉米是草地贪夜蛾最适宜的寄主, 辣椒为最不宜草地贪夜蛾幼虫取食的寄主。同时, 对于嗜食性较低的植物, 草地贪夜蛾仍有成虫产卵和幼虫取食选择现象。寄主偏好性的研究一直是植物保护学科在害虫防治方面的一个重点, 了解害虫的寄主偏好性有利于更好地掌握田间害虫发生动态, 适时采取和调整防控措施 (马世骏, 1976)。基于本研究, 在南繁区草地贪夜蛾的田间调查过程中, 可以优先选择监测玉米, 可以精确监测、更快捷高效地掌握田间发生危害情况。当南繁区玉米发生严重时候, 会波及到其他作物, 与玉米种植比较近的, 周围的作物也需要进行调查, 及时发现虫情趋势, 提前做好草地贪夜蛾的应急防控预案。

参考文献 (References)

- Day R, Abrahams P, Bateman M, Beale T, Clotey V, Cock M, Colmenarez Y, Corniani N, Early R, Godwin J, Gomez J, Moreno PG, Murphy ST, Mensah BO, Phiri N, Pratt C, Silvestri S, Witt A, 2017. Fall armyworm: 7Impacts and implications for Africa. *Outlooks on Pest Management*, 28(5): 196–201.
- De La Rosa-Cancino W, Rojas JC, Cruz-Lopez L, Castillo A, Malo EA, 2016. Attraction, feeding preference, and performance of *Spodoptera frugiperda* larvae (Lepidoptera: Noctuidae) reared on two varieties of maize. *Environment Entomology*, 45(2): 384–389.
- Early R, Gonzalez-Moreno P, Murphy ST, Day R, 2018. Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera*

- frugiperda*, the fall armyworm. *NeoBiota*, 40: 25–50.
- Guo JF, Zhang YJ, Wang ZY, 2022. Research progress in managing the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in China. *Plant Protection*, 48(4): 79–87. [郭井菲, 张永军, 王振营, 2022. 中国应对草地贪夜蛾入侵研究的主要进展. 植物保护, 48(4): 79–87.]
- Jia YX, Pang HC, Jiang L, Wang XP, 2018. Relationships between the tannin and total phenolic contents in leaves of different pepper varieties and the resistance to *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Plant Protection*, 45 (5): 1183–1184. [贾彦霞, 庞洪翠, 姜灵, 王新谱, 2018. 辣椒叶片中单宁和总酚含量与其对西花蓟马抗性的关系. 植物保护学报, 45(5): 1183–1184.]
- Jiang T, Huang Q, Jiang XB, Lin Y, Chen YC, Fu CQ, Wu BQ, Huang SS, Li C, Huang FK, Long LP, 2017. Feeding preference of larvae of three species of armyworm on four host plants. *Journal of Southern Agriculture*, 48(8): 1415–1420. [蒋婷, 黄芊, 蒋显斌, 凌炎, 陈玉冲, 符诚强, 吴碧球, 黄所生, 李成, 黄凤宽, 龙丽萍, 2017. 3种粘虫幼虫对4种寄主植物的取食选择. 南方农业学报, 48(8): 1415–1420.]
- Jiang XF, Zhang L, Cheng YX, Song LL, 2019. Advances in migration and monitoring techniques of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith). *Plant Protection*, 45(1): 12–18. [江幸福, 张蕾, 程云霞, 宋琳琳, 2019. 草地贪夜蛾迁飞行为与监测技术研究进展. 植物保护, 45(1): 12–18.]
- Jiang YY, Liu J, Xie MC, Li YH, Yang JJ, Zhang ML, Qiu K, 2019. Observation on law of diffusion damage of *Spodoptera frugiperda* in China in 2019. *Plant Protection*, 45(6): 10–19. [姜玉英, 刘杰, 谢茂昌, 李亚红, 杨俊杰, 张曼丽, 邱坤, 2019. 2019年我国草地贪夜蛾扩散为害规律观测. 植物保护, 45(6): 10–19.]
- Kebede M, Shimalis T, 2018. Out-break, distribution and management of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* JE Smith in Africa: The status and prospects. *Academy of Agriculture Journal*, 3(10): 551–568.
- Lan Y, 2022. Hainan: Building the National Seed Industry Innovation Hub in Southern Silicon Valley. 2023-9-19, https://www.farmer.com.cn/2022/08/25/wap_99898424.html. [兰宇, 2022. 海南: 打造南繁硅谷国家种业创新高地. 2023-9-19, https://www.farmer.com.cn/2022/08/25/wap_99898424.html.]
- Lechner R, Kuehn R, Schmitt T, Habel JC, 2015. Ecological separation versus geographical isolation: Population genetics of the water-lily leaf beetle *Galerucella nymphaeae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 116(2): 423–431.
- Li DY, Zhi JR, Zhang T, Ye JQ, Yu YC, Hu CX, 2019. Preference of *Spodoptera frugiperda* to four host plants. *Plant Protection*, 45(6): 50–54. [李定银, 郅军锐, 张涛, 叶佳琴, 禹云超, 胡朝兴, 2019. 草地贪夜蛾对4种寄主植物的偏好性. 植物保护, 45(6): 50–54.]
- Luan YZ, Gu JW, Li ML, 2013. Effects of different host plants on *Spodoptera litura* and their mechanisms. *Jiangsu Agricultural Science*, 41(11): 142–144. [栾玉柱, 顾继伟, 李美玲, 2013. 不同寄主植物对斜纹夜蛾的影响及机制探讨. 江苏农业科学, 41(11): 142–144.]
- Lv L, Xia HX, Guo L, Chang XQ, Wan Peng, Zhang S, 2022. Effect of feeding *Spodoptera frugiperda* corn or sorghum on oviposition site selection and fitness. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 59(3): 542–550. [吕亮, 夏红霞, 郭蕾, 常向前, 万鹏, 张舒, 2022. 草地贪夜蛾对玉米和高粱的产卵选择及寄主适合度. 应用昆虫学报, 59(3): 542–550.]
- Ma SJ, 1976. Comprehensive control of agricultural pests. *Acta Entomologica Sinica*, 19(2): 129–141. [马世骏, 1976. 谈农业害虫的综合防治. 昆虫学报, 19(2): 129–141.]
- Montezano DG, Specht A, Sosa-Gómez DR, Roque-Specht VF, Sousa-Silva JC, Paula-Moraes SVD, Peterson JA, Hunt TE, 2018. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*, 26(2): 286–301.
- Nosil P, Sandoval CP, Crespi BJ, 2006. The evolution of host preference in allopatric versus parapatric populations of *Timema cristinae* walking-sticks. *Journal of Evolutionary Biology*, 19(3): 929–942.
- Qiu LM, Liu QQ, Yang XJ, Huang XY, Guan RF, Liu BP, He YX, Zhan ZX, 2020. Feeding and oviposition preference and fitness of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), on rice and maize. *Acta Entomologica Sinica*, 63(5): 604–612. [邱良妙, 刘其全, 杨秀娟, 黄晓燕, 关瑞峰, 刘必炮, 何玉仙, 占志雄, 2020. 草地贪夜蛾对水稻和玉米的取食和产卵选择性与适合度. 昆虫学报, 63(5): 604–612.]
- Simpson SJ, 1994. Review of host-plant selection by phytophagous insects. *Animal Behaviour*, 48(6): 1493–1494.
- Su XN, Li CY, Xu YX, Huang SH, Liu WL, Liao ZX, Zhang YP, 2022. Feeding preference and adaptability of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* on five species of host plants and six weeds. *Journal of Environmental Entomology*, 44(2): 263–272. [苏湘宁, 李传瑛, 许益鏊, 黄少华, 刘伟玲, 廖章轩, 章玉苹, 2022. 草地贪夜蛾对5种寄主植物和6种杂草的取食选择性和适应性. 环境昆虫学报, 44(2): 263–272.]
- Sun Y, Liu XG, Lv GQ, Hao XZ, Li SH, Li GP, Feng HQ, 2020. Comparison of population fitness of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) feeding on wheat and different varieties of maize. *Plant Protection*, 46(4): 126–131. [孙悦, 刘晓光, 吕国强, 郝学政, 李书华, 李国平, 封洪强, 2020. 草地贪夜蛾在小麦和不同玉米品种上的种群适合度比较. 植物保护, 46(4): 126–131.]

- Tang QB, Wang CZ, 2007. Leaf disc test used in caterpillar feeding preference study. *Chinese Bulletin of Entomology*, 44(6): 912–915. [汤清波, 王琛柱, 2007. 一种测定鳞翅目幼虫取食选择的方法——叶碟法及其改进和注意事项. 昆虫知识, 44(6): 912–915.]
- Thompson JN, 1988. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 47(1): 3–14.
- Wang L, Chen KW, Zhong GH, Xian JD, He XF, Lu YY, 2019. Progress for occurrence and management and the strategy of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith). *Journal of Environmental Entomology*, 41(3): 479–487. [王磊, 陈科伟, 钟国华, 洗继东, 何晓芳, 陆永跃, 2019. 重大入侵害虫草地贪夜蛾发生危害, 防控研究进展及防控策略探讨. 环境昆虫学报, 41(3): 479–487.]
- Wijerathna DMIJ, Ranaweera PH, Perera RNN, Dissanayake MLMC, Kumara JBDAP, 2021. Biology and feeding preferences of *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on maize and selected vegetable crops. *Journal of Agricultural Sciences - Sri Lanka*, 16(1): 126–134
- Wu DH, Li YR, Wang SQ, Chen GH, Qi GJ, Chen T, Liu Q, Zhang XM, 2021. Effects of *Zea mays* and three weeds around *Z. mays* fields on the growth, development and oviposition of *Spodoptera frugiperda*. *Plant Protection*, 47(2): 116–121, 134. [吴道慧, 李宜儒, 王思勤, 陈国华, 齐国君, 陈婷, 柳青, 张晓明, 2021. 玉米及玉米田 3 种杂草对草地贪夜蛾生长发育和产卵的影响. 植物保护, 47(2): 116–121, 134.]
- Wu KM, 2020. Management strategies of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in China. *Plant Protection*, 46(2): 1–5. [吴孔明, 2020. 中国草地贪夜蛾的防控策略. 植物保护, 46(2): 1–5.]
- Wu LH, Zhou C, Long GY, Yang XB, Wei ZY, Liao YJ, Yang H, Hu CX, 2021. Fitness of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* to three solanaceous vegetables. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(3): 755–763.
- Wu QL, Jiang YY, Hu G, Wu KM, 2019. Analysis on spring and summer migration routes of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) from tropical and southern subtropical zones of China. *Plant Protection*, 45(3): 1–9. [吴秋琳, 姜玉英, 胡高, 吴孔明, 2019. 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. 植物保护, 45(3): 1–9.]
- Xiao Y, Dan S, Shen XJ, Huang XZ, Zhang YJ, Li ZY, 2022. The feeding stress and oviposition preference of *Spodoptera frugiperda* to four species of vegetables. *Journal of Plant Protection*, 49(6): 1–10. [肖勇, 单双, 沈修婧, 尹飞, 杨现明, 黄欣蒸, 张永军, 李振宇, 2022. 草地贪夜蛾对四种蔬菜的胁迫取食和产卵偏好选择. 植物保护学报, 49(6): 1724–1730.]
- Xu D, Li WJ, Wang L, Yin HC, Cong SB, Yang NN, Xie YL, Wan P, 2022. Feeding and oviposition preference and adaptability of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera Noctuidae), or two leguminous vegetables. *Journal of Environmental Entomology*, 44(4): 800–807. [许冬, 李文静, 王玲, 尹海辰, 丛胜波, 杨妮娜, 谢原利, 万鹏, 2022. 草地贪夜蛾对 2 种豆科蔬菜的取食和产卵选择性及其适应性研究. 环境昆虫学报, 44(4): 800–807.]
- Xu PJ, Zhang DD, Wang J, Wu KM, Wang XW, Wang XF, Ren GW, 2019. The host preference of *Spodoptera frugiperda* on maize and tobacco. *Plant Protection*, 45(4): 61–64, 90. [徐蓬军, 张丹丹, 王杰, 吴孔明, 王新伟, 王秀芳, 任广伟, 2019. 草地贪夜蛾对玉米和烟草的偏好性研究. 植物保护, 45(4): 61–64, 90.]
- Yang AP, Zhang H, Bai WW, Gao HF, Li GK, Wang SL, 2020. The effects of four host plants on the population in growth parameters of clover cutworm *Scotogramma trifolii* and their correlations with the main nutrients. *Plant Protection*, 47(3): 681–682. [杨安沛, 张航, 白微微, 高海峰, 李广阔, 王锁牢, 2020. 四种寄主植物对旋幽夜蛾种群增长参数的影响及其与主要营养成分的关系. 植物保护学报, 47(3): 681–682.]
- Yang XL, Liu YC, Luo MZ, Li Y, Wang WH, Wan F, Jiang H, 2019. *Spodoptera frugiperda* was first found in Jiangcheng county, Yunnan province. *Yunnan Agriculture*, (1): 72. [杨学礼, 刘永昌, 罗茗钟, 李依, 王文辉, 万飞, 姜虹, 2019. 云南省江城首次发现迁入我国西南地区的草地贪夜蛾. 云南农业, (1): 72.]
- Yuan ZH, 2013. Study on the host plant species and preference of the asian corn borer *Ostrinia furnacalis* (Guenée). Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences. [袁志华, 2013. 亚洲玉米螟寄主种类及其对寄主植物的选择性研究. 硕士学位论文. 北京: 中国农业科学院.]
- Zhang L, Liu B, Jiang YY, Liu J, Wu KM, Xiao YT, 2019. Molecular characterization analysis of fall armyworm populations in China. *Plant Protection*, 45(4): 20–27. [张磊, 柳贝, 姜玉英, 刘杰, 吴孔明, 萧玉涛, 2019. 中国不同地区草地贪夜蛾种群生物型分子特征分析. 植物保护, 45(4): 20–27.]
- Zhang N, Guo JY, Wan FH, Wu G, 2009. Oviposition and feeding preferences of *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to different host plants. *Acta Entomologica Sinica*, 52(11): 1229–1235. [张娜, 郭建英, 万方浩, 吴刚, 2009. 甜菜夜蛾对不同寄主植物的产卵和取食选择. 昆虫学报, 52(11): 1229–1235.]
- Zhao JM, Zhang HJ, Huang HL, Jin Y, 2022. The development effectiveness of Hainan Nanfan industry and the thoughts on the construction of “Nanfan Silicon Valley”. *China Seed Industry*, 2022(8): 8–10. [赵军明, 张慧坚, 黄浩伦, 金琰, 2022. 海南南繁产业发展成效及“南繁硅谷”建设思考. 中国种业, 2022(8): 8–10.]