



许冬, 李文静, 王玲, 尹海辰, 丛胜波, 杨妮娜, 谢原利, 万鹏. 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 [J]. 环境昆虫学报, 2022, 44 (4): 800–807.

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

许冬¹, 李文静¹, 王玲¹, 尹海辰¹, 丛胜波¹,
杨妮娜¹, 谢原利², 万鹏^{*}

(1. 湖北省农业科学院植保土肥研究所, 农业农村部华中作物有害生物综合治理重点实验室, 农作物重大病虫害防控湖北省重点实验室, 武汉 430064; 2. 湖北省植物保护总站, 武汉 430070)

摘要: 草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* 是一种多食性昆虫, 为明确该害虫对不同寄主的选择性和适生性, 本文比较了草地贪夜蛾对玉米 *Zea mays*、豇豆 *Vigna unguiculata* 和四季豆 *Phaseolus vulgaris* 等3种寄主的取食及产卵偏好性, 并分析了取食不同寄主对其生长发育及繁殖的影响。结果表明: 草地贪夜蛾低龄幼虫(初孵幼虫和2龄)对玉米叶和豇豆叶表现出取食偏好性, 而高龄幼虫(3龄和5龄)对3种寄主不同组织的取食选择性无明显差异; 草地贪夜蛾取食3种寄主植物均可以完成世代发育, 但取食豇豆叶和四季豆叶的幼虫历期、蛹历期显著变短, 化蛹率、羽化率显著降低; 取食豇豆叶对其蛹重、成虫寿命无显著影响, 但取食四季豆叶的蛹重显著变轻、雄成虫寿命显著变短; 种群生命表参数显示, 草地贪夜蛾在3种寄主上的繁殖力表现为玉米叶(1 138.29) > 豇豆叶(1 179.00) > 四季豆叶(585.50), 处理间差异显著; 取食2种非嗜好寄主的种群内禀增长率(r_m)和周限增长率(λ)均显著降低, 平均世代历期(T)显著延长, 取食豇豆叶的雌性比显著降低; 草地贪夜蛾对寄主玉米具有明显的产卵偏好性, 选择豇豆和四季豆的产卵量仅占植物着卵量的4.19%和18.23%, 显著低于玉米着卵量。结果表明草地贪夜蛾偏好选择玉米进行取食和产卵, 但在豇豆和四季豆寄主植物上可以实现种群繁衍, 当其种群密度大时存在转移为害豇豆和四季豆的潜在风险。

关键词: 草地贪夜蛾; 豇豆; 四季豆; 取食选择; 产卵选择

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858(2022)04-0800-08

Feeding and oviposition preference and adaptability of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera Noctuidae), on two leguminous vegetables

XU Dong¹, LI Wen-Jing¹, WANG Ling¹, YIN Hai-Chen¹, CONG Sheng-Bo¹, YANG Ni-Na¹, XIE Yuan-Li², WAN Peng^{1*} (1. Institute of Plant Protection and Soil Fertilizer, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Central China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, P. R. China, Hubei Key Laboratory of Crop Disease, Insect Pests and Weeds Control, Wuhan 430064, China; 2. Hubei Provincial Plant Protection General Station, Wuhan 430070, China)

基金项目: 湖北省农业科技创新行动项目(NYKJ2019011)

作者简介: 许冬, 男, 副研究员, 主要研究方向为昆虫行为生态学与害虫防治, E-mail: ztb799@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, 万鹏, 男, 研究员, 主要研究方向为农业害虫综合治理, E-mail: wanpenghb@126.com

收稿日期 Received: 2021-08-26; 接受日期 Accepted: 2022-05-06

Abstract: *Spodoptera frugiperda* is a polyphagous insect. To clarify the feeding selectivity and adaptability of *S. frugiperda* to different host plants, *Zea mays*, *Vigna unguiculata* and *Phaseolus vulgaris* were used to study the effects of not only the feeding and oviposition preference but also the development and reproduction of *S. frugiperda*. The results showed that the early-instar larvae of *S. frugiperda* (the neonate and 2nd-instar larvae) presented significant feeding preference to the leaves of maize and cowpea, while the higher instar larvae (the 3rd-instar and 5th-instar larvae) had no significant difference in the feeding selectivity of leaves or pods of the three host plants. *S. frugiperda* could successfully complete its life cycle when fed on the three tested plants, but the larval period, pupal duration, pupation rate and adult emergence rate were significantly shorter when it feed on cowpea and kidney bean. There was no significant difference in the pupal weight and adult longevity fed on both maize and cowpea, while the larvae feeding on kidney pea had lower pupal weight and longevity of male adults. The parameters of population life table showed that the reproductions of *S. frugiperda* feeding maize, cowpea and kidney were 1 138.29 eggs > 1 179.45 eggs > 585.50 eggs respectively, which was significantly different among the three host plants. The intrinsic rate of increase (r_m) and finite rate of increase (λ) feeding on two non-addicted host plants were lower, the generation time (T) was longer, and the female to male ratio was lower on cowpea. In the oviposition selectivity tests, the maize was more readily chosen host for oviposition of *S. frugiperda*, the number of eggs laid on cowpea and kidney bean were accounting for 4.19% and 18.23% of the total number of eggs laid on all plants, which was significantly lower with on maize. These results indicated that *S. frugiperda* had a much higher feeding and oviposition preference to maize, and it could also finish reproduction on cowpea and kidney bean, which suggested a potential threat to cowpea and kidney bean when it was in high population density.

Key words: *Spodoptera frugiperda*; cowpea; kidney bean; feeding selectivity; oviposition selectivity

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith 是一种源自美洲地区的多食性、远距离迁飞性重大入侵害虫 (吴秋琳等, 2019; Kebede and Shimalis, 2021)。2019 年 1 月, 我国云南普洱市江城首次发现了草地贪夜蛾, 截止 5 月底, 已入侵贵州、广东、海南、安徽、山东等 15 个省 (区、市) (杨普云等, 2019)。草地贪夜蛾繁殖能力和适生性强, 寄主范围广泛, 包括玉米 *Zea mays*、甘蔗 *Saccharum officinarum* 和水稻 *Oryza sativa* 等 76 科 353 种不同植物 (Montezano *et al.*, 2018; 谢殿杰等, 2021)。在我国, 其不仅取食危害最适寄主玉米, 在小麦 *Triticum aestivum* L.、大麦 *Hordeum vulgare*、青稞 *Hordeum vulgare*、燕麦 *Avena sativa*、糜子 *Panicum miliaceum*、小葱 *Allium schoenoprasum* 等作物以及马唐 *Digitaria sanguinalis*、牛筋草 *Eleusine indica* 等一些禾本科杂草上也有发生, 严重威胁着我国粮食安全和生态安全 (徐丽娜等, 2019; 杨现明等, 2019; 赵雪晴等, 2019; He *et al.*, 2020; 汤印等, 2020; 刘欢等, 2021; 张云慧等, 2021)。另外, 草地贪夜蛾成虫在通过季节性迁飞寻找适宜环境完成多个世代繁殖的过程中,

逐渐分化出嗜食玉米、高粱 *Sorghum bicolor* 等的玉米型和主要危害水稻、牧草的水稻型 (Saldamando and Vélez-Arango, 2010; 吴孔明, 2020)。而前期的研究发现, 入侵我国的草地贪夜蛾群体很可能来自一个水稻型和玉米型杂交群体的后代, 并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, 从而形成了一种特殊的玉米型 (唐运林等, 2019; 张磊等, 2019)。鉴于我国草地贪夜蛾群体可能兼具两种品型的生物习性, 存在入侵适应过程中寄主范围进一步拓宽的可能性, 因此, 对我国境内适合草地贪夜蛾生长发育的寄主研究亟待解决。

长江流域是草地贪夜蛾“北迁南回”过渡区, 也是“三区四带”布防的关键环节, 抓好阻击防控对保障黄淮海玉米生产安全、降低西南华南秋冬发生基数具有重要作用。该区域多级阶梯地形、丰富的农作物多样性、单元面积小等特征, 会造成一定区域内田间多种寄主共存, 辗转为害的桥梁较多, 从而导致草地贪夜蛾在该地区世代重叠加重、暴发灾变的风险加大。因此, 了解草地贪夜蛾对不同作物的取食及产卵喜好, 有助于

指导长江流域作物布局以及阐明草地贪夜蛾在该地区转主危害的生物学规律。本研究以玉米、豇豆 *Vigna unguiculata* 和四季豆 *Phaseolus vulgaris* 为测试对象, 研究其对草地贪夜蛾幼虫取食选择性及生长发育的影响, 并分析草地贪夜蛾成虫对3种寄主的产卵选择性, 为评估草地贪夜蛾从玉米地转移至相邻豇豆、四季豆上的潜在危害风险提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

草地贪夜蛾于2019年7月20日采自湖北省通山县大畈镇板桥村夏季玉米地。室内利用人工饲料继代饲养繁殖, 成虫用10%蜂蜜水饲喂, 收集所产卵块, 作为供试虫源。室内饲养环境条件: 温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 60% ~ 70%, 光周期 16 L:8 D。

玉米(汉丹777), 湖北省种子集团有限公司生产; 豇豆(力丰久摘不败豇豆)和四季豆(特嫩王中王), 均为沧州津科力丰种苗有限责任公司生产。以上种子均在温室内采用花盆栽培, 待其长至3~4叶时备用。新鲜豇豆豆荚和四季豆豆荚由市场上购买, 清水冲洗、自然晾干后备用。

1.2 草地贪夜蛾幼虫取食选择性试验

参考叶碟法(张云慧等, 2021), 测定草地贪夜蛾不同龄期幼虫对3种寄主的取食选择率。在直径为20cm的玻璃培养皿底铺湿润的滤纸, 沿四周放入新鲜玉米叶、豇豆豆荚、豇豆叶、四季豆豆荚和四季豆叶, 寄主叶片取2片(直径2cm), 豆荚取1段(长度2cm), 摆放顺序随机且间距相等。在培养皿中心, 接入不同龄期的幼虫(2龄及以上幼虫均以人工饲料饲喂, 试验前进行2h饥饿处理)。初孵幼虫和2龄幼虫每皿接入10头, 3龄和5龄幼虫为避免互相攻击影响试验结果每皿放置3头, 各重复不少于10次。每组培养皿设置完成后用黑布笼罩, 6h后观察记录幼虫的取食选择情况。

取食选择率(%) = (取食该植物组织的幼虫数/幼虫总数) × 100

1.3 草地贪夜蛾取食豇豆叶片和四季豆叶片对其生长发育的影响

将上述3种寄主叶片分别放置于一透明塑料培养皿(底径6cm, 口径8cm, 高度4cm)中, 并接入1头4h内孵化的初孵幼虫, 盖好后放置到

一养虫间内。环境条件: 温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $70\% \pm 5\%$, 光周期 16 L:8 D。每组50头, 重复3次。幼虫2龄之前, 每3d更换一次新鲜叶片, 2龄之后每天更换新鲜食物。逐日观察、记录草地贪夜蛾生长发育情况直至成虫死亡, 统计取食各寄主化蛹率、成虫羽化率等。

按上述试验条件饲喂另一批用虫, 待其羽化后, 选取5对同日羽化的雌、雄成虫, 移入内壁预先设有白色滤纸的玻璃杯(底径6cm, 口径8cm, 高10cm)中, 以10%蜂蜜水饲喂, 用白色滤纸罩住杯口逐日观察记录成虫产卵情况, 连续观察7d。不同寄主处理重复5次。同时, 取一批未交配的雌、雄成虫, 按同一条件饲喂, 统计雌、雄成虫寿命。

1.4 草地贪夜蛾产卵选择性试验

选取种植密度和长势基本一致的玉米苗、豇豆苗和四季豆苗用于试验, 两两组合, 分别将玉米苗和豇豆苗以及玉米苗和四季豆苗放置到100cm × 50cm × 100cm的120目纱网养虫笼中, 放入8对羽化1d的草地贪夜蛾雌、雄成虫, 笼中放置5%蜂蜜水用于成虫补充营养, 重复4次。每天记录草地贪夜蛾在玉米、豇豆以及四季豆不同部位产卵数量, 并计算着卵率和卵块比, 连续记录6d。

植物着卵率(%) = (该植物上的着卵量/所有植物上的着卵量) × 100

1.5 数据分析

试验数据利用Excel 2007和SPSS 16.0软件进行处理。草地贪夜蛾幼虫取食选择性、幼虫发育历期、蛹重、蛹期、成虫寿命、单雌产卵量等数据应用单因素方差分析(one-way ANOVA, LSD多重比较法), 对不同寄主产卵选择性卵块数、植物落卵量等数据差异分析采用t测验。净生殖力(R_0)、世代平均周期(T)、内禀增长率(r_m)、周限增长率(λ)等生命表参数计算参考Birch(1948)和梁革梅等(2008)的方法。

2 结果与分析

2.1 草地贪夜蛾幼虫取食偏好性

草地贪夜蛾不同龄期幼虫对玉米叶均表现出取食偏好性(表1)。初孵幼虫选择取食玉米叶和豇豆叶的个体总数最高, 分别占 $33.41\% \pm 5.57\%$ 和 $38.04\% \pm 8.28\%$, 显著高于其它寄主组织处理($F_{4,69} = 7.036, P < 0.001$)。随着幼虫龄期的增

长, 幼虫对取食玉米的偏好逐渐减弱, 其中, 2 龄幼虫对玉米叶、豇豆叶和四季豆叶的取食选择率分别为 $27.58\% \pm 9.97\%$ 、 $25.67\% \pm 4.62\%$ 和 $38.00\% \pm 8.34\%$, 处理间差异不显著 ($F_{2,29} = 0.694$, $P = 0.508$), 但均显著高于取食四季豆豆

荚和豇豆荚选择率 ($F_{4,49} = 5.528$, $P = 0.001$); 3 龄幼虫和 5 龄幼虫的取食偏好性继续弱化, 对玉米叶和其它 4 种寄主组织的取食选择率无显著差异 (3 龄: $F_{4,49} = 1.839$, $P = 0.138$; 5 龄: $F_{4,49} = 1.893$, $P = 0.128$)。

表 1 草地贪夜蛾幼虫对不同寄主的取食选择性

Table 1 Feeding selectivity of *Spodoptera frugiperda* larvae to maize, cowpea and kidney bean

寄主 Host plant	取食选择率 (%) Feeding choice rate			
	初孵幼虫 Neonate larvae	2 龄幼虫 2 nd instar larvae	3 龄幼虫 3 rd instar larvae	5 龄幼虫 5 th instar larvae
玉米叶 Leaves of <i>Zea mays</i>	33.41 ± 5.57 a	27.58 ± 9.97 a	24.07 ± 7.91 ab	28.33 ± 13.16 ab
四季豆豆荚 Pods of <i>Phaseolus vulgaris</i>	11.25 ± 5.33 b	4.58 ± 2.36 b	35.19 ± 7.05 a	36.67 ± 9.88 a
四季豆叶 Leaves of <i>Phaseolus vulgaris</i>	8.53 ± 3.16 b	38.00 ± 8.34 a	9.26 ± 6.28 b	3.33 ± 3.33 b
豇豆豆荚 Pods of <i>Vigna unguiculata</i>	8.78 ± 3.36 b	4.17 ± 2.85 b	11.11 ± 7.34 b	18.33 ± 10.67 ab
豇豆叶 Leaves of <i>Vigna unguiculata</i>	38.04 ± 8.28 a	25.67 ± 4.62 a	20.37 ± 8.23 ab	13.33 ± 6.94 ab

注: 表中数据为平均值 ± 标准误差, 同列中不同小写字母表示组间差异显著性 ($P < 0.05$)。Note: Data in the table were presented as mean ± SE, different lowercase letters in the same column indicated significant differences among treatments ($P < 0.05$).

2.2 不同寄主叶片对草地贪夜蛾生长发育及寿命的影响

不同寄主对草地贪夜蛾幼虫和蛹发育历期以及成虫寿命影响不同 (表 2)。取食玉米叶的草地贪夜蛾的幼虫历期、雌蛹历期和雄蛹历期分别为 14.52 ± 0.06 d、 7.19 ± 0.08 d 和 8.38 ± 0.10 d, 取食豇豆叶的为 17.37 ± 0.11 d、 8.05 ± 0.11 d 和 9.02 ± 0.11 d, 四季豆叶的为 19.52 ± 0.48 d、 8.43 ± 0.53 d 和 10.70 ± 0.34 d, 取食玉米叶的幼虫历期 ($F_{2,218} = 301.533$, $P < 0.001$)、蛹历期 (雌蛹: $F_{2,203} = 22.637$, $P < 0.001$; 雄蛹: $F_{2,98} = 40.310$, $P < 0.001$) 均显著短于豇豆叶和四季豆叶处理。和嗜好寄主玉米叶相比, 取食豇豆叶的草地贪夜蛾蛹重、成虫寿命无明显变化, 但取食四季豆叶的草地贪夜蛾蛹重 (雌蛹: $F_{2,120} = 16.422$, $P < 0.001$; 雄蛹: $F_{2,95} = 13.175$, $P < 0.001$)、雄成虫寿命 ($F_{2,52} = 3.138$, $P = 0.028$) 显著降低或变短。取食豇豆叶和四季豆叶对草地贪夜蛾化蛹率和羽化率影响较大, 玉米叶处理的化蛹率和羽化率分别为 $82.00\% \pm 5.03\%$ 和 $74.00\% \pm 7.02\%$, 而取食豇豆叶和四季豆叶的分别为 $67.22\% \pm 2.42\%$ 和 $55.56\% \pm 4.01\%$ 、 $15.63\% \pm 4.51\%$ 和 $12.50\% \pm 4.13\%$, 处理间差异显著 (化蛹率: $F_{2,8} = 55.981$, $P < 0.001$; 羽化

率: $F_{2,8} = 36.232$, $P < 0.001$)。总体来看, 取食豇豆叶和四季豆叶的草地贪夜蛾发育进度相对缓慢, 化蛹率和羽化率较低, 表明玉米叶对草地贪夜蛾的生长发育具有更好的适生性。

2.3 不同寄主叶片对草地贪夜蛾生殖力的影响

从生殖力来看, 玉米叶处理的单雌产卵量为 1138.29 ± 141.79 粒, 豇豆叶处理的为 1179.45 ± 95.54 粒, 两者间差异不显著, 但均显著高于四季豆叶处理的 585.5 ± 130.24 粒 ($F_{2,11} = 7.144$, $P = 0.014$) (表 3)。取食玉米叶和四季豆叶的雌雄性比分别为 1.47 和 1.37, 较为接近, 而取食豇豆叶的草地贪夜蛾雌雄性比仅为 0.75。从实验种群生命表参数来看, 玉米叶饲养的草地贪夜蛾的净生殖率 (R_0) 最大, 其次为豇豆叶, 取食四季豆叶的最低, 说明草地贪夜蛾在玉米和豇豆上的爆发危害潜能较高, 在四季豆上爆发危害的潜能较小; 取食玉米叶平均时代历期 (T) 为 34.54 ± 0.31 d, 显著短于豇豆叶和四季豆叶处理的 35.38 ± 0.57 d 和 36.14 ± 1.04 d ($F_{2,129} = 25.916$, $P < 0.001$); 取食 3 种不同寄主的草地贪夜蛾种群内禀增长率 (r_m)、周限增长率 (λ) 变化趋势一致, 均表现为玉米叶处理最高, 豇豆叶次之, 四季豆叶最低。整体而言, 取食玉米叶的草地贪夜蛾种群增长能力最强, 取食四季豆的增速较慢。

表 2 取食 3 种寄主植物对草地贪夜蛾发育历期及寿命的影响

Table 2 Effects of developmental duration and longevity of *Spodoptera frugiperda* fed on 3 host plants

参数 Parameters	寄主 Host plant			
	四季豆叶	玉米叶	豇豆叶	
	Leaves of <i>Phaseolus vulgaris</i>	Leaves of <i>Zea mays</i>	Leaves of <i>Vigna unguiculata</i>	
幼虫历期 (d) Larva stage	14.52 ± 0.06 c	17.37 ± 0.11 b	19.52 ± 0.48 a	
化蛹率 (%) Pupation rate	82.00 ± 5.03 a	67.22 ± 2.42 b	15.63 ± 4.51 c	
蛹重 (mg) Pupal weight	雌虫 Female	146.87 ± 2.15 a	149.40 ± 3.03 a	118.27 ± 7.08 b
		雄虫 Male	161.69 ± 3.22 a	164.56 ± 2.84 a
蛹历期 (d) Pupal stage	雌虫 Female	7.19 ± 0.08 b	8.05 ± 0.11 a	8.43 ± 0.53 a
	雄虫 Male	8.38 ± 0.10 c	9.02 ± 0.11 b	10.70 ± 0.34 a
羽化率 (%) Emergence rate		74.00 ± 7.02 a	55.56 ± 4.01 b	12.50 ± 4.13 c
成虫寿命 (d) Adult longevity	雌虫 Female	10.10 ± 0.32 a	10.32 ± 0.82 a	8.43 ± 0.78 a
	雄虫 Male	8.50 ± 0.41 a	8.68 ± 0.48 a	6.43 ± 0.84 b

表 3 取食 3 种寄主植物对草地贪夜蛾繁殖参数的影响

Table 3 Effects of fecundity parameters of *Spodoptera frugiperda* fed on 3 host plants

寄主 Host plant	平均单雌产卵量 (粒) Mean eggs of number laid per female	雌:雄 Female to male ratio	净生殖力 R_0 Net reproductive rate	内禀增长率 r_m Intrinsic rate of increase	周限增长率 λ Finite rate of increase	平均世代 历期 T (d) Mean generation time
玉米叶 Leaves of <i>Zea mays</i>	1 138.29 ±	1.47	536.08 ±	0.1985 ±	1.2195 ±	31.54 ±
	141.79 a		66.78 a	0.0040 a	0.0049 a	0.31 b
豇豆叶 Leaves of <i>Vigna unguiculata</i>	1 179.45 ±	0.75	394.46 ±	0.1691 ±	1.1843 ±	35.38 ±
	95.54 a		31.95 ab	0.0023 b	0.0027 b	0.57 a
四季豆叶 Leaves of <i>Phaseolus vulgaris</i>	585.50 ±	1.37	259.04 ±	0.1512 ±	1.1633 ±	36.14 ±
	130.24 b		57.62 b	0.0073 c	0.0085 c	1.04 a

2.4 草地贪夜蛾成虫对不同寄主的产卵选择性

草地贪夜蛾成虫产卵行为对不同寄主具有明显的选择性。选择寄主玉米的卵块数、单雌着卵量以及植物着卵率均高于豇豆和四季豆处理。其中,在玉米和豇豆产卵选择试验中,草地贪夜蛾选择玉米的着卵块数为 18.67 ± 5.17 块,显著高于豇豆上的 1.67 ± 0.33 块 ($t = 3.278$, $df = 6$, $P = 0.031$); 选择玉米的着卵量占植物着卵量的 $95.81\% \pm 1.90\%$, 其平均单雌着卵量为 695.33 ± 31.37 粒,为豇豆处理的 23.35 倍,差异显著 ($t = 19.546$, $df = 6$, $P = 0.001$) (表 4)。在玉米与四季豆产卵选择试验中,玉米处理的着卵块数 ($t = 4.542$, $df = 6$, $P = 0.010$) 和单雌着卵量 ($t = 3.686$, $df = 6$, $P = 0.021$) 分别为 37.00 ± 6.08 块和 716.68 ± 154.65 粒,显著高于四季豆处

理的 9.33 ± 0.33 块和 146.17 ± 6.29 粒 (表 5)。

其产卵行为对不同寄主部位也表现出选择性。草地贪夜蛾倾向于在玉米植株叶片背面上产卵,表现出较高的嗜好性,其次为玉米叶正面,在玉米茎秆、四季豆叶片正背面、四季豆茎秆、豇豆叶片正背面、豇豆茎秆上的着卵量较少。在玉米和豇豆选择试验中,草地贪夜蛾约 96% 的卵量选择产在玉米叶片上,而玉米叶片背面的着卵量约占植物着卵量的 66.35%, 显著高于玉米叶片正面的 22.44% ($t = 6.911$, $df = 6$, $P = 0.002$) (图 1-A); 在玉米和四季豆选择试验中,玉米叶片背面的着卵量为 $3\ 323.33$ 粒/笼,占植物着卵量的 64.81%, 显著高于玉米叶片正面的 682.67 粒/笼 ($t = 6.490$, $df = 6$, $P = 0.003$) (图 1-B)。

表 4 草地贪夜蛾成虫对玉米和豇豆的产卵选择性

Table 4 Oviposition preference of *Spodoptera frugiperda* to maize and cowpea

寄主 Host plant	卵块数 (块) Number of egg masses	单雌着卵量 (粒) Mean eggs of number laid per female	植物着卵率 (%) Percentage of eggs on plant
玉米 <i>Zea mays</i>	18.67 ± 5.17 a	695.33 ± 31.37 a	95.81 ± 1.90 a
豇豆 <i>Vigna unguiculata</i>	1.67 ± 0.33 b	29.78 ± 13.24 b	4.19 ± 1.90 b

表 5 草地贪夜蛾成虫对玉米和四季豆的产卵选择性

Table 5 Oviposition preference of *Spodoptera frugiperda* to maize and kidney bean

寄主 Host plant	着卵块数 (块) Number of egg masses	单雌着卵量 (粒) Mean eggs of number laid per female	植物着卵率 (%) Percentage of eggs on plant
玉米 <i>Zea mays</i>	37.00 ± 6.08 a	716.68 ± 154.65 a	81.77 ± 2.98 a
四季豆 <i>Phaseolus vulgaris</i>	9.33 ± 0.33 b	146.17 ± 6.29 b	18.23 ± 2.98 b

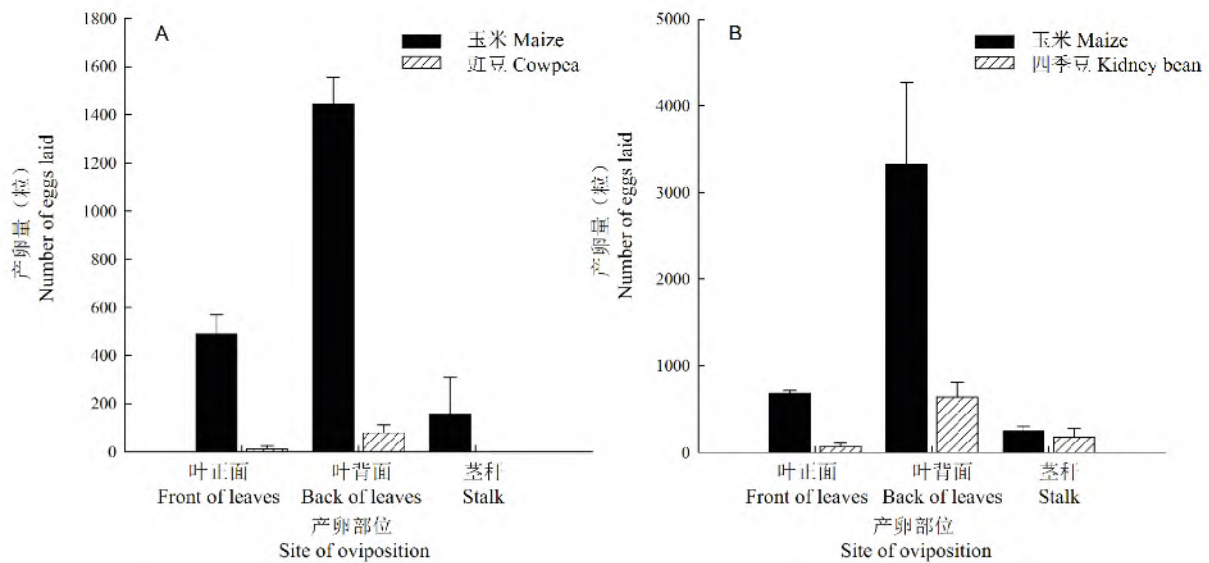


图 1 草地贪夜蛾在玉米、豇豆和四季豆不同部位的产卵量

Fig. 1 Fecundity of *Spodoptera frugiperda* on different parts of maize, cowpea and kidney bean

3 结论与讨论

在长期的协同进化过程中,植食性昆虫的种群繁衍很大程度上取决于能否找到合适的寄主植物并获得足够的营养。植食性昆虫在寻找寄主取食过程中不仅会受到寄主植物挥发物的影响,寄主的基本形态、植物营养组成等也是决定其取食选择的重要影响因子 (Zalucki *et al.*, 2002; Piyasaengthong *et al.*, 2016)。同时,寄主在长期的选择压力下,也会迫于植食性昆虫选择表现出相

应的防御策略,即表现出一定的抗虫性,包括抗生性、不选择性和耐害性 (刘欢等, 2021)。本文研究结果表明,草地贪夜蛾低龄幼虫 (1~2 龄) 不仅对嗜食寄主玉米叶表现出较强的选择性,对豇豆叶和四季豆叶也表现出嗜好性,但高龄幼虫 (3 龄和 5 龄) 对不同寄主组织的取食偏好性降低。这和前人的研究,随着龄期的增长,草地贪夜蛾幼虫对寄主玉米的取食偏好性逐渐减弱结果类似 (黄芊等, 2019; 姚领等, 2020)。由于本试验所用的豇豆叶和新鲜豇豆、四季豆叶和新鲜四季豆为不同品种,可能会对幼虫取食选择产生一定影响。

而草地贪夜蛾低龄幼虫和高龄幼虫对寄主取食偏好性差异则可能与高龄幼虫活动能力强、能自主选择取食寄主植物有关 (Luginbill, 1928)。

草地贪夜蛾作为一种多食性害虫, 具有广泛的寄主适应性, 但不同寄主营养成分的差异会对草地贪夜蛾等植食性昆虫的生命周期及种群变化趋势产生不同影响 (刘蓬等, 2016; Wu *et al.*, 2019; 杨普云等, 2019)。一般情况下, 取食嗜食寄主存活率高、发育历期短, 而取食非嗜食寄主死亡率高、发育历期长。前人的研究显示, 草地贪夜蛾取食水稻、甘蔗、高粱、小葱等寄主的发育历期明显降低, 结果均表明植物中玉米是草地贪夜蛾最适寄主植物 (黄芊等, 2019; 汤印等, 2020)。本研究结果显示, 草地贪夜蛾取食玉米叶、豇豆叶和四季豆叶等玉米型寄主植物均可完成世代繁衍, 但取食豇豆叶和四季豆叶的幼虫存活率、化蛹率及羽化率均显著降低, 幼虫期和蛹期显著延长, 取食四季豆叶的成虫寿命明显缩短。Xie *et al.* (2021) 研究显示, 取食四季豆叶的草地贪夜蛾可以完成生活史, 各龄期幼虫和蛹的存活率无显著性变化, 但其幼虫、蛹的发育历期显著延长, 蛹重显著降低, 成虫寿命明显缩短。肖勇等 (2022) 研究显示, 相比寄主玉米, 取食豇豆叶的草地贪夜蛾幼虫存活率显著降低, 幼虫发育历期显著缩短, 其蛹重和发育历期无显著变化。本研究结果和前人的部分研究结论不一致, 而产生这一差异的原因可能是与所用实验种群、试验的条件以及寄主植物品种等不同有关 (Xie *et al.*, 2021; 肖勇等, 2022)。此外, 相比嗜食寄主玉米, 取食四季豆叶的草地贪夜蛾羽化率仅为 12.50%, 其平均单雌产卵量、内禀增长率显著降低, 世代平均历期显著增长, 表明草地贪夜蛾对四季豆的适生性相对较差; 而取食豇豆叶的草地贪夜蛾世代平均历期虽显著增长, 但其羽化率可达 50%, 且平均单雌产卵量未表现显著变化, 表明草地贪夜蛾对豇豆表现出一定的适生性。这也预示着当草地贪夜蛾种群密度过大、嗜食寄主植物匮乏时, 草地贪夜蛾存在转移到非嗜食寄主如豇豆生境作为临时过渡避难场所取食危害的风险。

寄主选择是植食性昆虫生命活动中的重要行为。一般情况下, 植食性昆虫会选择偏好寄主上产卵以利于其后代幼虫生长发育 (钦俊德和王琛柱, 2001; 徐蓬军等, 2019)。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把卵产在

偏好性强的玉米寄主上, 产在豇豆的卵量仅占总卵量的 4.19% 左右, 产在四季豆的卵量约占 18.23%, 这与前期以玉米作为嗜食寄主测试草地贪夜蛾成虫在烟草、禾本科杂草、豇豆等植物上的产卵选择性结果一致 (徐蓬军等, 2019; 张云慧等, 2021; 肖勇等, 2022)。本研究结果显示, 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相对嗜好寄主玉米产卵, 但部分成虫会选择在豇豆和四季豆上落卵, 由于其幼虫在取食豇豆叶和四季豆叶均可完成生活史, 推测草地贪夜蛾对这两种寄主有潜在危害风险。因此, 要特别注意对其在蔬菜与玉米邻作区域的监测预警工作, 特别是玉米豆角高效立体套作栽培模式种植面积较大的地区。

参考文献 (References)

- Birch LC. The intrinsic rate of natural increase of an insect population [J]. *Journal of Animal Ecology*, 1948, 17 (1): 15–26.
- He LM, Wu QL, Gao XW, *et al.* Population life tables for the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* fed on major oil crops planted in China [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2021, 20 (3): 745–754.
- Huang Q, Ling Y, Jiang T, *et al.* Feeding preference and adaptability of *Spodoptera frugiperda* on three host plant [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (6): 1141–1145. [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]
- Kebede M, Shimalis T. Out-break, distribution and management of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith in Africa: The status and prospects [J]. *Academy of Agriculture Journal*, 2021, 3 (10): 551–568.
- Liang GM, Wu KM, Yu HK, *et al.* Changes of inheritance mode and fitness in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) along with its resistance evolution to Cry1Ac toxin [J]. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2008, 97 (2): 142–149.
- Liu H, Zhang Y, Chen JL. Feeding preference and adaptability of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on different wheat cultivars in relation to leaf biochemical contents [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2021, 64 (2): 230–239. [刘欢, 张勇, 陈巨莲. 草地贪夜蛾在不同小麦品种上的取食选择性和适应性及其与叶片生化物质含量的关系 [J]. 昆虫学报, 2021, 64 (2): 230–239]
- Liu P, Ma H, Zhu QS, *et al.* Research progress of insect adaptability to their host plants [J]. *Biological Disaster Science*, 2016, 39 (4): 250–254. [刘蓬, 马惠, 朱其松, 等. 昆虫对寄主植物适应性研究进展 [J]. 生物灾害科学, 2016, 39 (4): 250–254]
- Luginbill P. The fall army worm [R]. *USDA Technology Bulletin*, 1928, 34: 91.

- Montezano DG, Specht A, Sosa - Gomez DR, et al. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas [J]. *African Entomology*, 2018, 26 (2): 286 - 300.
- Piyasaengthong N, Sato Y, Kinoshita N, et al. Oviposition preference for leaf age in the smaller tea tortrix *Adoxophyes honmai* (Lepidoptera: Tortricidae) as related to performance of neonates [J]. *Applied Entomology and Zoology*, 2016, 51 (3): 363 - 371.
- Qin JD, Wang TZ. The relation of interaction between insects and plants to evolution [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2001, 44 (3): 360 - 365. [钦俊德, 王琛柱. 论昆虫与植物的相互作用和进化的关系 [J]. 昆虫学报, 2001, 44 (3): 360 - 365]
- Saldamando CI, Vélez-Arango AM. Host plant association and genetic differentiation of corn and rice strains of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Colombia [J]. *Neotropical Entomology*, 2010, 39 (6): 921 - 929.
- Tang Y, Guo JF, Wang QY, et al. Potential threat posed by the *Spodoptera frugiperda* to shallot and onion crops [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2020, 57 (6): 1311 - 1318. [汤印, 郭井菲, 王勤英, 等. 草地贪夜蛾对小葱和洋葱的潜在为害风险 [J]. 应用昆虫学报, 2020, 57 (6): 1311 - 1318]
- Tang YL, Gu RC, Wu YY, et al. Biotype identification of the population of *Spodoptera frugiperda* that migrated to Chongqing area [J]. *Journal of Southwest University (Natural Science Edition)*, 2019, 41 (7): 1 - 7. [唐运林, 顾佰铨, 吴燕燕, 等. 入侵重庆地区的草地贪夜蛾种群生物型鉴定 [J]. 西南大学学报 (自然科学版), 2019, 41 (7): 1 - 7]
- Wu KM. Management strategies of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in China [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (2): 1 - 5. [吴孔明. 中国草地贪夜蛾的防控策略 [J]. 植物保护, 2020, 46 (2): 1 - 5]
- Wu QL, Jiang YY, Wu KM. Analysis of migration routes of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) form Myanmar to China [J]. *Plant Protection*, 2019, 2: 1 - 6. [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, 2: 1 - 6]
- Wu ZW, Shi PQ, Zeng YH, et al. Population life tables of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on three host plants [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (6): 59 - 64. [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]
- Xiao Y, Shan S, Shen XJ, et al. The feeding stress and oviposition preference of *Spodoptera frugiperda* to four species of vegetables [J/OL]. *Journal of Plant Protection*. (2022 - 03 - 16) [2022 - 04 - 25]. <https://doi.org/10.13802/j.cnki.zwbhxb.2022.2021030>. [肖勇, 单双, 沈修婧, 等. 草地贪夜蛾对四种蔬菜的胁迫取食和产卵偏好选择 [J/OL]. 植物保护学报. (2022 - 03 - 16) [2022 - 04 - 25]. <https://doi.org/10.13802/j.cnki.zwbhxb.2022.2021030>]
- Xie DJ, Tang JH, Zhang L, et al. Annual generation numbers prediction and division of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in China [J]. *Plant Protection*, 2021, 47 (1): 61 - 67. [谢殿杰, 唐继洪, 张蕾, 等. 我国草地贪夜蛾年发生世代区划分 [J]. 植物保护, 2021, 47 (1): 61 - 67]
- Xie W, Zhi JR, Ye JQ, et al. Age - stage, two - sex life table analysis of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on maize and kidney bean [J]. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2021, 8: 44.
- Xu LN, Hu BJ, Su WH, et al. Fall armyworm damaging early sowing wheat in Anhui Province [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (6): 87 - 89. [徐丽娜, 胡本进, 苏卫华, 等. 安徽发现草地贪夜蛾为害早播小麦 [J]. 植物保护, 2019, 45 (6): 87 - 89]
- Xu PJ, Zhang DD, Wang J, et al. The host preference of *Spodoptera frugiperda* on maize and tobacco [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (4): 61 - 64. [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]
- Yang PY, Zhu XM, Guo JF, et al. Strategy and advice for managing the fall armyworm in China [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (4): 1 - 6. [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]
- Yang XM, Zhao SY, Jiang YY, et al. Population occurrence and sampling technique of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in barley field [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (2): 18 - 23. [杨现明, 赵胜园, 姜玉英, 等. 大麦田草地贪夜蛾的发生为害及抽样技术 [J]. 植物保护, 2020, 46 (2): 18 - 23]
- Yao L, Fang M, Li XM, et al. Oviposition and feeding selectivity of *Spodoptera frugiperda* to three weeds [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (4): 181 - 184. [姚领, 房敏, 李晓萌, 等. 草地贪夜蛾对三种杂草的产卵和取食选择性 [J]. 植物保护, 2020, 46 (4): 181 - 184]
- Zalucki, Myron P, Clarke, et al. Ecology and behavior of first instar larval lepidoptera [J]. *Annual Review Entomology*, 2002, 47: 361 - 393.
- Zhang L, Liu B, Jiang YY, et al. Molecular characterization analysis of fall armyworm populations in China [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (4): 20 - 27. [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]
- Zhang YH, Zhang Z, Liu J, et al. Oviposition and feeding preference of *Spodoptera frugiperda* to gramineous weeds [J]. *Plant Protection*, 2021, 47 (1): 117 - 122. [张云慧, 张智, 刘杰, 等. 草地贪夜蛾对田间禾本科杂草的产卵和取食选择性 [J]. 植物保护, 2021, 47 (1): 117 - 122]
- Zhao XQ, Chen FS, Yin YQ, et al. Occurrence and damage characteristics of *Spodoptera frugiperda* on highland barley, oat and proso millet in Yuanmou County, Yunnan Province [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (2): 216 - 221. [赵雪晴, 陈福寿, 尹艳琼, 等. 草地贪夜蛾在云南元谋县青稞、燕麦、糜子田的发生为害特征 [J]. 植物保护, 2020, 46 (2): 216 - 221]