草地贪夜蛾对三种杂草的产卵和取食选择性

姚 领#, 房 敏#, 李晓萌, 李桂亭, 唐庆峰*

(安徽农业大学植物保护学院, 作物有害生物综合治理安徽省重点实验室,
植物病虫害生物学与绿色防控安徽普通高校重点实验室, 合肥 230036)

摘要 为探索杂草是否可作为草地贪夜蛾产卵和取食的选择对象,本试验以婆婆纳、鹅肠菜和泽漆作为测试植物,比较分析草地贪夜蛾对3种杂草的产卵及取食选择性。结果表明,以3种杂草为选择对象时,婆婆纳上卵块数(14.00块±0.58块)和卵粒数(1 305.00粒±28.16粒)显著高于其他两种杂草;以玉米和婆婆纳为选择对象时,嗜食寄主玉米上的卵块数(16.33块±0.88块)和卵粒数(1 333.00粒±28.04粒)显著高于婆婆纳(分别为12.00块±0.58块和991.00粒±24.09粒)。草地贪夜蛾1~4龄幼虫取食偏好性总体表现为玉米>婆婆纳>鹅肠菜>泽漆,5龄和6龄幼虫对每种植物的取食选择性无明显差异。上述结果说明,在有嗜食寄主玉米时,草地贪夜蛾成虫和低龄幼虫优先选择在玉米上产卵和取食,杂草中对婆婆纳的产卵和取食偏好性显著高于其他杂草,高龄幼虫取食偏好性无显著差异。

关键词 草地贪夜蛾; 杂草; 嗜食寄主; 产卵选择; 取食选择

中图分类号: S 435.1 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2020092

Oviposition and feeding selectivity of *Spodoptera frugiperda* to three weeds

YAO Ling#, FANG Min#, LI Xiaomeng, LI Guiting, TANG Qingfeng*

(*College of Plant Protection, Anhui Province Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops, Key Laboratory for Biology and Sustainable Management of Plant Diseases and Pests of Anhui Higher Education Institutes, Anhui Agricultural University, Hefei* 230036, *China*)

Abstract In order to find out whether weeds can be used as oviposition and feeding of *Spodoptera frugiperda*, the oviposition and feeding selectivity of the *S. frugiperda* to three weeds including *Veronica polita*, *Myosoton aquaticum* and *Euphorbia helioscopia* were analyzed. The results showed that the numbers of egg mass (14.00 pieces±0.58 pieces) and eggs (1 305.00 pieces±28.16 pieces) on the *V. polita* were the highest, which were significantly higher than those on the other two weeds; the numbers of egg mass (16.33 pieces±0.88 pieces) and eggs (1 333.00±28.04) on its favorite host corn were significantly higher than those on the *V. polita* (12.00 pieces±0.58 pieces and 991.00 eggs±24.09 eggs), respectively. The feeding preference of the 1st to 4th instar of *S. frugiperda* was *Zea mays*>*V. polita*>*M. aquaticum*>*E. helioscopia*. But for the 5th and 6th instar, their feeding selectivity for each plant was not significantly different. The results showed that the adult and young larva preferred to lay eggs and feed on *Zea mays* when it is available, and among the three weeds, the *S. frugiperda* preferred to oviposit and feed on *V. polita*. The elderly larvae showed no significant difference in feeding preference to corn and three weeds.

Key words *Spodoptera frugiperda*; weed; preferable host; oviposition selectivity; feeding selectivity

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* 又名"秋黏虫"(英文名 fall armyworm),属鳞翅目 Lepidoptera 夜蛾科 Noctuidae 灰翅夜蛾属 *Spodoptera*,是起源于美洲热带和亚热带地区的重大迁飞性害虫。草地贪夜蛾近年来先后入侵非洲和亚洲国家,给当地农作物生产造成巨大威胁[1-3]。据 Montezano 等报道,草地贪夜蛾在巴西有76科353种寄主植物[4]。调查发现,草地贪夜蛾在我国为害玉米、小麦、甘蔗、高粱、马铃薯、甘蓝和花生等作物及稗 *Echinochloa crus-galli*、苏丹草 *Sorghum sudanense* 和苜蓿属 *Medicago* 植物等非作物[5-8]。

杂草作为农田生境重要组成部分,不仅影响作物

收稿日期: 2020-02-25 **修订日期:** 2020-03-03
基金项目: 安徽省科技重大专项(201903a06020027);安徽省烟草绿色防控重大专项(20170551024);安徽省学术和技术带头人后备人选科研活动经费(2019H238)
* 通信作者 E-mail:tangqf55@163.com
# 为并列第一作者

生长，也是许多作物病虫害重要的中间寄主及病虫害传播媒介，会加重病虫害的发生和扩散[9-10]。在玉米或小麦等其他作物寄主短缺的情况下，田间杂草是否可以作为草地贪夜蛾的中间寄主或临时产卵和取食的对象目前仍缺少相关研究。旱田中常见的杂草有看麦娘 *Alopecurus aequalis*、鹅肠菜 *Myosoton aquaticum*、猪殃殃 *Galium spurium*、婆婆纳 *Veronica polita*、泽漆 *Euphorbia helioscopia* 等。笔者结合旱田生境的植物种类，选取常见杂草婆婆纳、鹅肠菜、泽漆为测试对象，玉米作为嗜食寄主，探究草地贪夜蛾对田间杂草的产卵及取食选择性，以期为田间草地贪夜蛾的预测预报和有效防治奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试虫源与植物

草地贪夜蛾于 2019 年 6 月至 10 月采自安徽省合肥市肥西县花岗镇孙集村玉米田，采集后均于室内人工气候箱饲养。饲养条件和测试环境：温度(27±2)℃，湿度(70±5)%，光照 L//D=16 h//8 h。

玉米、婆婆纳、鹅肠菜、泽漆均于实验室花盆中栽培备用。

1.2 成虫的产卵选择性

用不同植物测定草地贪夜蛾成虫的产卵趋性。选用室内盆栽的玉米(喇叭口期)、婆婆纳、鹅肠菜、泽漆为供试植物。选取的每种植物株高接近且去除部分叶片使每种植物的叶面积相近。将供试植物放进规格为 70 cm×70 cm×70 cm 的养虫笼中。杂草选择试验，于养虫笼内放置 3 种杂草各 1 盆，每盆与养虫笼中心等距；嗜食植物选择试验，选取杂草选择试验中着卵率最高的杂草与玉米进行比较，杂草与玉米各放两盆，交叉摆放在养虫笼四角。每个养虫笼内接入羽化 3 d 的成虫 10 对，雌雄比为 1∶1；养虫笼中心放置蘸有 5%蜂蜜水的脱脂棉供成虫补充营养。养虫笼内部四周固定蜡纸，笼外用黑布笼罩。每组试验重复 3 次。每天记录每个养虫笼中每株植物上的卵块数和着卵量并计算着卵率和卵块比，共记录 7 d。

着卵率=(该植物上的着卵量/所有植物上的着卵量)×100%；

卵块比=(该植物上的卵块数/所有植物上的卵块数)×100%。

1.3 幼虫的取食选择率

采用不同植物叶片测定草地贪夜蛾不同龄期幼虫的取食选择率。参考叶碟法[11]。剪取面积足够幼虫取食的杂草叶片，保证每种叶片面积总和基本一致，随机摆放在直径 15 cm 的培养皿边缘，每片叶片等距且到培养皿中心的距离相等。培养皿底部放置湿滤纸保湿。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，试验前均做2 h 的饥饿处理)。初孵幼虫和 2 龄幼虫每皿接入 10 头，3 龄幼虫每皿接入 5 头，4 龄及以上幼虫为避免互相攻击影响试验结果每皿放置 1 头。每个龄期测定 30 头，各龄期重复 6 次。每组培养皿设置完成后用黑布笼罩，6 h 后观察记录每个培养皿中幼虫对不同植物叶片的取食选择情况。

取食选择率=(取食该植物叶片的幼虫数/幼虫总数)×100%。

1.4 数据分析

试验使用 Excel 对原始数据进行统计，使用 DPS 进行单因素试验统计分析，采用 Duncan 氏新复极差法进行多重比较，检验处理之间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 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差异。3 种杂草的选择试验表明，累计 7 d 的卵块数和卵粒数最高的是婆婆纳，分别为(14.00±0.58)块和(1 305.00±28.16)粒，着卵率 46.03%，显著高于另外两种杂草；鹅肠菜上的卵块数略高于泽漆，但两种杂草上的卵粒数无显著差异(表 1)。以玉米和婆婆纳为选择对象时，成虫在玉米上所产的卵块数(16.33±0.88)块和着卵率(57.36%)均高于婆婆纳。

表 1 草地贪夜蛾成虫对 3 种杂草的产卵选择性[1)]

Table 1 Oviposition selectivity of *Spodoptera frugiperda* adults to three weeds

杂草 Weed plant	卵块数/块 Number of egg masses	卵粒数/粒 Number of eggs	卵块比/% Percentage of egg masses	着卵率/% Percentage of eggs
婆婆纳 *V. polita*	(14.00±0.58)a	(1 305.00±28.16)a	(50.13±1.86)a	(46.03±0.83)a
鹅肠菜 *M. aquaticum*	(7.67±0.88)b	(788.67±41.73)b	(27.25±2.09)b	(27.76±0.73)b
泽漆 *E. helioscopia*	(6.33±0.33)b	(743.00±23.07)b	(22.62±0.25)b	(26.21±0.70)b

1) 表中数据为平均值±标准误，同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同。
The data in the table are presented as mean±standard error, and the data in the same column followed by different lowercase are significantly different ($P<0.05$). The same applied below.

表 2　草地贪夜蛾成虫对玉米和婆婆纳的产卵选择性[2)]

Table 2　Oviposition selectivity of *Spodoptera frugiperda* adults between *Zea mays* and *Veronica polita*

植物 Plant	卵块数/块 Number of egg masses	卵粒数/粒 Number of eggs	卵块比/% Percentage of egg masses	着卵率/% Percentage of eggs
玉米 *Z. mays*	(16.33±0.88)a	(1 333.00±28.04)a	(57.63±0.27)a	(57.36±0.44)a
婆婆纳 *V. polita*	(12.00±0.58)b	(991.00±24.09)b	(42.37±0.27)b	(42.77±0.56)b

2.2　草地贪夜蛾幼虫的取食偏好性

试验中各龄期幼虫的取食选择总体表现为玉米>婆婆纳>鹅肠菜>泽漆,其中初孵幼虫的取食偏好性最为显著,结果见表 3。初孵幼虫选择取食玉米的个体总数显著高于选择取食其他植物的个体数,而杂草中选择取食婆婆纳的个体总数显著高于取食其他杂草,未发现初孵幼虫取食泽漆;2~3 龄幼虫对玉米的选择率仍显著高于其他植物,杂草中对婆婆纳的选择率仍显著高于另外两种杂草,并且出现幼虫取食泽漆的现象,但选择率显著低于其他植物;随着龄期的增长,4 龄开始幼虫取食偏好性逐渐减弱;5 龄及以上幼虫对 4 种植物的取食偏好性无显著差异。

表 3　草地贪夜蛾幼虫的取食选择性

Table 3　Feeding selectivity of *Spodoptera frugiperda* larvae to *Zea mays* and three weeds

植物 Plant	取食选择率/% Feeding choice rate					
	1 龄 1st instar	2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	4 龄 4th instar	5 龄 5th instar	6 龄 6th instar
玉米 *Z. mays*	(57.45±0.71)a	(42.00±0.79)a	(42.25±0.71)a	(25.93±1.25)a	(25.63±0.87)a	(24.81±0.82)a
婆婆纳 *V. polita*	(23.86±0.45)b	(27.18±0.63)b	(30.44±0.72)b	(26.24±1.39)a	(25.02±1.12)a	(24.54±1.03)a
鹅肠菜 *M. aquaticum*	(15.32±0.58)c	(18.46±0.40)c	(16.50±0.82)c	(24.84±0.84)a	(24.13±0.52)a	(24.79±1.10)a
泽 漆 *E. helioscopia*	(0.00±0.00)e	(8.26±0.24)d	(9.50±0.60)d	(21.56±1.01)b	(24.68±1.07)a	(24.70±1.17)a
未选择 Not select	(3.37±0.53)d	(4.11±0.27)e	(2.31±0.43)e	(1.44±0.16)c	(0.87±0.10)b	(1.17±0.10)b

3　讨论

本试验结果显示,草地贪夜蛾成虫在 3 种杂草中优先选择在婆婆纳上产卵,其上卵块数和着卵率显著高于其他杂草,而在有嗜食作物玉米的情况下,成虫优先在玉米上产卵。“最优产卵率”理论认为,昆虫为利于后代的生长发育,将卵产于对幼虫适合度较高的植物上[12]。研究发现,昆虫的取食和产卵选择是根据植物的挥发物、次生物质含量、营养成分和形态特征等因素决定的[13-15]。但当存在寄主作物缺乏或其他环境因素的选择压力下,成虫可能在某个适合度不高的寄主上产卵,卵孵化后,子代幼虫再转移到适合度高的寄主植物上,幼虫到了高龄也可能由于种群密度过大或者寄主条件恶化转移到适合度相对较低的寄主植物上继续取食。俞晓平等[16]和吕仲贤等[17]的研究发现,白背飞虱 *Sogatella furcifera* 可在常见的禾本科杂草上生存,非稻田生境可能是褐飞虱 *Nilaparvata lugens*、白背飞虱、二点黑尾叶蝉 *Nephotettix cincticeps* 的临时栖息地;小地老虎 *Agrotis ipsilon*、黏虫 *Mythimna separata* 等从外地迁飞到麦田时,先在麦田附近的田旋花 *Convolvulus arvensis* 等杂草上产卵、孵化,待幼虫取食到 2 至 3 龄后转而为害小麦[10]。昆虫对寄主作物的转移取食也是为害作物的关键。

本研究结果表明,草地贪夜蛾幼虫在低龄时取食选择表现出显著趋性,初孵幼虫到 3 龄幼虫在有玉米时表现出对玉米明显的取食趋性,在 3 种杂草中对婆婆纳的取食选择率最高,对泽漆的选择率最低;但随着幼虫龄期的增加,其取食选择性逐渐减弱,选择率趋于稳定,对每种植物的取食率无明显差异。此试验结果与前人对草地贪夜蛾幼虫的取食选择性研究结果一致。李定银等[18]和黄芊等[19]发现,草地贪夜蛾幼虫在有选择的条件下,随着龄期的增长,其对玉米的取食偏好性逐渐减弱,5 龄及以上幼虫对不同寄主植物的选择率无明显差异,而产生这一现象的原因可能是草地贪夜蛾的多食性导致高龄幼虫对多种寄主植物有较高的适应能力。在其他一些昆虫上也有类似的结论,例如,亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* 高龄幼虫无明显取食偏好性,而低龄幼虫则偏好取食酸模叶蓼 *Polygonum lapathifolium* 和菜豆 *Phaseolus vulgaris* 叶片[20];甜菜夜蛾 *S. exigua* 的 5 龄幼虫对寄主植物的选择性没有低龄幼虫明显[21-22];淡脉黏虫 *Leucania roseilinea* 的低龄幼虫嗜食玉米和水稻,但高龄幼虫的取食选择性没有低龄幼虫显著[23]。

安徽省部分地区具有玉米和小麦轮作的特点,研究发现玉米收获后草地贪夜蛾大量转移至小麦并严重为害小麦[24-25]。10 月至 11 月田间处于玉米收割期和小麦出苗期的间隔期,由于草地贪夜蛾的活

动性极强，可在同一寄主不同部位取食[26]，在嗜食作物不充足的情况下，草地贪夜蛾可能会转移到非嗜食植物上继续取食，此时田间非作物生境可能成为草地贪夜蛾的临时避难场所，其中的杂草等非作物植物也可成为草地贪夜蛾临时产卵和取食的对象。目前，关于草地贪夜蛾对于杂草的取食和产卵偏好性的差异机制还未见详细报道，对此进行进一步探索有利于未来对其进行有效的防控。

参考文献

[1] LUGINBILL P. The fall army worm [M]. USDA Technology Bulletin, 1928, 34: 91.

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

[3] 郭井菲，何康来，王振营. 草地贪夜蛾的生物学特性、发展趋势及防控对策[J]. 应用昆虫学报，2019，56(3)：361 - 369.

[4] MONTEZANO D G, SPECHT A, SOSA-GÓMEZ D R, et al. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas [J]. African Entomology, 2018, 26(2): 286 - 300.

[5] 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.

[6] 刘银泉，王雪倩，钟宇巍. 草地贪夜蛾在浙江为害甘蓝[J]. 植物保护，2019，45(6)：90 - 91.

[7] 赵猛，杨建国，王振营，等. 山东发现草地贪夜蛾为害马铃薯[J]. 植物保护，2019，45(6)：84 - 86.

[8] 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.

[9] 高兴祥，李尚友，李美，等. 土层深度对三种麦田禾本科杂草出苗及生长的影响[J]. 植物保护学报，2019，46(5)：1132 - 1137.

[10] 孙艳侠. 麦田杂草的发生、危害特点及综防措施[J]. 安徽农业，2004(1)：28 - 29.

[11] 汤清波，王琛柱. 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[J]. 昆虫知识，2007(6)：912 - 915.

[12] GRIPENBERG S, MAYHEW P J, PARNELL M, et al. A meta-analysis of preference-performance relationships in phytophagous insects [J]. Ecology Letters, 2010, 13(3): 383 - 393.

[13] 成卫宁，仵均祥，李修炼，等. 美洲斑潜蝇寄主抗虫性与寄主叶片化学物质和物理结构的关系[J]. 中山大学学报(自然科学版)，2006，45(5)：71 - 75.

[14] 李子玲，韦绥概，覃爱枝，等. 寄主营养成分含量与甜菜夜蛾生长繁殖的关系[J]. 西南农业大学学报(自然科学版)，2006，28(6)：986 - 989.

[15] 程禹铭. 不同寄主植物对甜菜夜蛾生长发育的影响及甜菜夜蛾寄主选择的化学机制[D]. 扬州：扬州大学，2015.

[16] 俞晓平，巫国瑞，胡萃. 不同水稻品种对白背飞虱产卵的影响[J]. 浙江农业大学学报，1990，16(1)：63 - 67.

[17] 吕仲贤，俞晓平，谢忠平，等. 不同生物型褐飞虱的取食和产卵行为[J]. 植物保护学报，1999，26(3)：203 - 207.

[18] 李定银，郅军锐，张涛，等. 草地贪夜蛾对 4 种寄主植物的偏好性[J]. 植物保护，2019，45(6)：50 - 54.

[19] 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 - 1146.

[20] 袁志华. 亚洲玉米螟寄主种类及其对寄主植物的选择性研究[D]. 北京：中国农业科学院，2013.

[21] 张娜，郭建英，万方浩，等. 甜菜夜蛾对不同寄主植物的产卵和取食选择[J]. 昆虫学报，2009，52(11)：1229 - 1235.

[22] 张娜. 甜菜夜蛾对寄主植物的选择性及寄主植物对其发育的影响[D]. 北京：中国农业科学院，2009.

[23] 蒋婷，黄芊，蒋显斌，等. 3 种粘虫幼虫对 4 种寄主植物的取食选择[J]. 南方农业学报，2017，48(8)：1415 - 1420.

[24] 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.

[25] 王芹芹，崔丽，王立，等. 草地贪夜蛾对小麦的为害风险：取食为害性及解毒酶活性变化初探[J]. 植物保护，2020，46(1)：63 - 68.

[26] 唐庆峰，房敏，姚领，等. 取食玉米不同组织对草地贪夜蛾生长发育及营养指标的影响[J]. 植物保护，2020，46(1)：24 - 27.

(责任编辑：田 喆)

(上接 170 页)

[5] FREITAS D, NARDIN I, SHIMOYAMA N, et al. First report of *Tomato chlorosis virus* in potato in Brazil [J]. Plant Disease, 2012, 96(4): 593 - 594.

[6] 周涛，杨普云，赵汝娜，等. 警惕番茄褪绿病毒在我国的传播和危害[J]. 植物保护，2014，40(5)：196 - 199.

[7] 李洁，李慧，丁天波，等. 胶东半岛地区番茄褪绿病毒的快速检测与鉴定[J]. 山东农业科学，2015，47(2)：86 - 89.

[8] JACQUEMOND M, VERDINER E, DALMON A, et al. Serological and molecular detection of *Tomato chlorosis virus* and *Tomato infectious chlorosis virus* in tomato [J]. Plant Pathology, 2009, 58(2): 210 - 220.

[9] 吴耀东，徐民俊，郑文斌，等. 重组酶聚合酶扩增技术及其在动物病原快速检测中的应用[J]. 中国兽医学报，2016，36(10)：1797 - 1802.

[10] 樊晓旭，赵永刚，李林，等. 重组酶聚合酶扩增技术在疾病快速检测中的研究进展[J]. 中国动物检疫，2016，33(8)：72 - 77.

[11] 邓婷婷，黄文胜，程奇，等. 重组酶聚合酶扩增技术检测转基因水稻中的 *Cry1Ab/c* 基因[J]. 中国食品学报，2015，15(3)：187 - 193.

[12] 刘静，武国干，吴潇，等. 重组酶聚合酶扩增技术快速检测转基因玉米 Bt11[J]. 上海农业学报，2018，34(1)：20 - 24.

[13] HIROTA T, NATSUAKI T, MURAI T, et al. Yellowing disease of tomato caused by *Tomato chlorosis virus* newly recognized in Japan [J]. Journal of General Plant Pathology, 2010, 76(2): 168 - 171.

(责任编辑：杨明丽)