

草地贪夜蛾对小麦和玉米的产卵选择性及其种群生命表

巴吐西^{1,2}, 张云慧^{1*}, 张智³, 关豆豆^{1,4}, 李翠翠^{1,5}, 季昭云^{1,2},
殷新田¹, 张爱环², 汤清波⁵, 刘延辉⁴, 李祥瑞¹, 朱勋¹

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193;

2. 北京农学院, 北京 102206; 3. 北京市植物保护站, 北京 100029;

4. 河北农业大学, 保定 071001; 5. 河南农业大学, 郑州 450002)

摘要 为明确草地贪夜蛾对小麦的产卵选择性及其是否对小麦安全生产构成威胁,本研究以玉米和小麦作为测试寄主,比较分析了草地贪夜蛾对两种作物不同部位的产卵选择性,并利用两性生命表方法研究了取食小麦、玉米对其生命参数的影响。结果表明:草地贪夜蛾更喜欢在玉米上产卵,其在玉米、小麦叶片、玉米和小麦茎秆上的产卵量存在显著差异($df=102$, $F=15.593$, $P<0.05$),以玉米叶片背面卵块数量(7.11 ± 1.55)块/笼最高;草地贪夜蛾取食小麦可以完成生活史,但幼虫存活率、化蛹率、羽化率和世代存活率低于取食玉米。取食玉米的幼虫发育历期为(16.31 ± 0.15)d,显著高于取食小麦的(14.66 ± 0.12)d,蛹期、蛹重、产卵前期、成虫寿命和世代周期无显著差异。取食小麦羽化出的雌虫寿命、平均单雌产卵量显著高于取食玉米,分别为(16.39 ± 0.40)d、(976.31 ± 57.21)粒和(14.64 ± 0.32)d、(831.57 ± 30.55)粒。生命表参数显示取食玉米的净增殖率为363.14,显著高于小麦的258.63,但内禀增长率、周限增长率和平均世代周期无显著差异。研究结果为草地贪夜蛾在小麦上的预测预报和有效防控提供了基础数据。

关键词 草地贪夜蛾; 生命表; 玉米; 小麦

中图分类号: S 431.2 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019530

The host preference and population life tables of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on maize and wheat

Batuxi^{1,2}, ZHANG Yunhui^{1*}, ZHANG Zhi³, GUAN Doudou^{1,4}, LI Cuicui^{1,5}, JI Zhaoyun^{1,2},
YIN Xintian¹, ZHANG Aihuan², TANG Qingbo⁵, LIU Yanhui⁴, LI Xiangrui¹, ZHU Xun¹

(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. Beijing University of Agriculture,

Beijing 102206, China; 3. Beijing Plant Protection Station, Beijing 100029, China; 4. Hebei Agricultural

University, Baoding 071001, China; 5. Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract In order to clarify the oviposition preference of *Spodoptera frugiperda* and whether it poses a threat to the safe production of wheat. Maize and wheat were used as test hosts to compare and analyze the oviposition preference and the age-stage two-sex life table was used to obtain life table parameters of *S. frugiperda* feeding on maize and wheat. The results showed that *S. frugiperda* preferred to lay eggs on maize, and there were significant differences in the amount of eggs laid on maize, wheat leaves and stalks ($df=102$, $F=15.593$, $P<0.05$). The egg masses on the opposite side of maize leaves was the highest, which is (7.11 ± 1.55) masses per cage. The survival rate of larvae, pupa, adult and whole generation that fed on wheat were lower than those on maize. The period of larvae stage (16.31 ± 0.15)d feeding on maize was significantly longer than that of on wheat ($14.66\pm$

收稿日期: 2019-09-30 修订日期: 2019-10-11

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD0200500; 2017YFD0201700); 国家现代农业产业技术体系(CARS-03); 国家自然科学基金(31972260); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(Y2019YJ06)

* 通信作者 E-mail: yhzhang@ippcaas.cn

0.12)d. There was no significant difference in periods of pupa, preoviposition, and generation period as well as the pupa weight and adult longevity. The longevity of female and mean eggs laid per female feeding on wheat [(16.39 ± 0.40) d, (976.31 ± 57.21) eggs] were significantly higher than those of on maize [(14.64 ± 0.32) d, (831.57 ± 30.55) eggs], respectively. The parameters of life table showed that net reproductive rate (363.14) of *S. frugiperda* fed on maize was significantly higher than that on wheat (258.63). The intrinsic rate of increase, finite rate of increase, mean generation period of *S. frugiperda* fed on maize showed no significant difference compared to those on wheat. The results provide basic data for prediction and effective control of *S. frugiperda* on wheat.

Key words *Spodoptera frugiperda*; life table; maize; wheat

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 又称秋黏虫, 广泛分布于美洲大陆, 是一种世界性重大农业迁飞害虫^[1-3]。幼虫可为害 353 种植物, 嗜好禾本科, 喜食玉米、水稻、小麦等粮食作物及禾本科杂草; 也为害棉花、花生、苜蓿、甜菜、大豆、马铃薯等经济作物, 甚至对苹果、橙子等果树也能造成危害^[4-5]。自 2019 年 1 月入侵我国云南以来, 截至 8 月 17 日, 草地贪夜蛾在我国 24 个省份的 1 366 个县(市、区) 发生, 全国发生面积已达 95.4 万 hm^2 , 并呈现继续北扩态势^[6]。基因分析显示入侵我国的草地贪夜蛾群体属于一种特殊的玉米型, 祖先很可能是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^[7-8]。

统计数据表明, 在我国草地贪夜蛾主要集中在玉米田为害, 4 月 17 日在云南德宏州陇川县首次发现其为害甘蔗苗^[9], 此后在云南景谷、陇川等甘蔗产区也出现草地贪夜蛾集中暴发为害的现象, 发生面积 1 232.81 hm^2 , 成灾面积 415.67 hm^2 , 最高百株虫口数 32.3 头^[10-11]。6 月 20 日四川合江县首次发现草地贪夜蛾为害高粱, 随后在重庆等高粱产区也相继发现其造成的为害^[12]。王振营研究员团队的田间调查结果显示, 草地贪夜蛾可以取食自生麦苗, 而且自生麦苗受害比周边杂草更严重。小麦作为草地贪夜蛾的一种喜食寄主, 在玉米等其他寄主短缺的情况下, 草地贪夜蛾取食小麦是否可以完成世代发育目前仍缺少相应的证据。小麦是我国主要的粮食作物, 从南到北都有种植, 而且生育期跨度很大。如果草地贪夜蛾取食小麦可以完成世代发育, 会增加草地贪夜蛾在我国为害的复杂程度。明确草地贪夜蛾在小麦上的为害风险, 为小麦秋苗防控提供技术

支持, 是我们目前迫切需要关注的问题。本研究从草地贪夜蛾的产卵选择性出发, 通过基于两性生命表的方法用小麦和玉米饲养草地贪夜蛾幼虫, 研究小麦和玉米对其生长发育和繁殖能力的影响, 以期草地贪夜蛾在小麦上的为害风险和预测预报提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

草地贪夜蛾初始虫源为采自云南省普洱市江城(109°39'3"E, 22°40'53"N)冬玉米田的高龄幼虫, 在室内用新鲜玉米叶继代饲养繁殖, 成虫用 5% 的蜂蜜水饲喂, 收集所产卵块, 作为供试虫源。

1.2 试验方法

1.2.1 产卵选择性

设置大小为 50 cm×40 cm×40 cm 的 120 目纱网养虫笼 4 个, 笼内放置 20 cm×30 cm 的白色塑料种植盒, 每个养虫笼放置小麦和玉米苗各 1 盒, 小麦和玉米种植密度一致, 在幼苗 3 叶期, 植株高度约 20 cm 时, 每个养虫笼中分别放入 3 对羽化 1 d 的草地贪夜蛾雌雄成虫, 每天记录草地贪夜蛾在小麦、玉米不同部位产卵数量, 连续记录 5 d。

1.2.2 取食选择性

将初孵幼虫接入直径 9 cm 培养皿内单头饲养, 分别用小麦和玉米作为食料, 每处理 250 头。每 24 h 调查 1 次, 记录不同处理幼虫的发育历期。幼虫化蛹后放入直径 6 cm, 高 10 cm 的玻璃养虫管内, 用棉塞封口, 上面覆盖潮湿纱布保湿、避光, 化蛹第 2 天测蛹重。成虫羽化后, 雌雄配对放入上口直径 12 cm, 高 7 cm, 底部直径 8 cm 的 1 次性环保圆形餐盒内, 上面覆盖纱布, 每日饲喂 5% 的蜂蜜水, 成虫

开始产卵后,每日更换纱布,记录每日单雌产卵量,直到成虫(雌/雄)死亡。

养虫室温度(25±1)℃,光照周期 L//D=14 h//10 h,相对湿度 70%±5%,光照强度 18 000 lx。

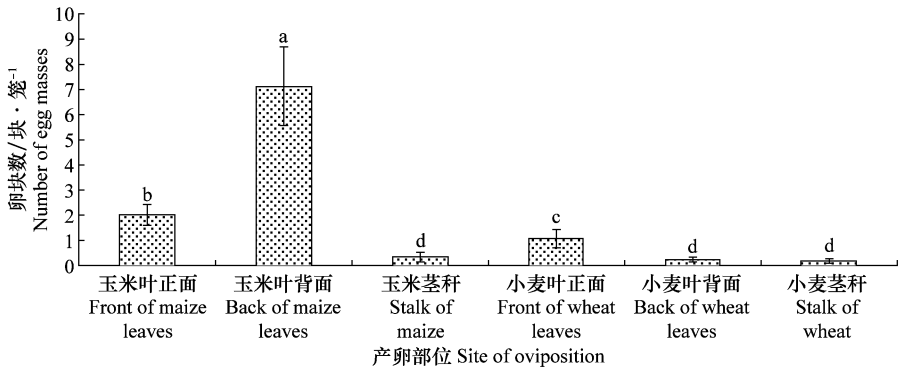
1.3 数据处理

1.3.1 生命表处理

根据年龄-阶段两性生命表理论^[13],原始数据利用软件 TWOSEX-MSChart^[14] 分析年龄-阶段特征存活率(s_{xj})、种群年龄-阶段特征存活率(l_x)、种群年龄-阶段特征繁殖力(m_x)、种群年龄-阶段特征繁殖值($l_x m_x$)和特定年龄-阶段寿命期望(e_{xj})。

种群生命参数净增殖率(R_0)、内禀增长率(r_m)、周限增长率(λ)和平均世代周期(T)分别按下面公式计算,其中内禀增长率用迭代二分法和 Euler-Lotka 方程计算。

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x, \sum_{x=0}^{\infty} e^{-r_m(x+1)} l_x m_x = 1$$
$$\lambda = e^{r_m}, T = \frac{\ln R_0}{r_m}$$



图中数据为平均值±标准误,柱上不同字母表示经Duncan氏新复极差法多重比较差异显著($\alpha=0.05$)
Data in the figure are mean±SE. Different letters on the bar indicate significant difference based on Duncan's multiple comparisons ($\alpha=0.05$)

图 1 草地贪夜蛾在玉米、小麦不同部位的产卵量

Fig. 1 Fecundity of *Spodoptera frugiperda* on different parts of maize and wheat

2.2 取食玉米、小麦对草地贪夜蛾生长发育和繁殖的影响

取食玉米和小麦的草地贪夜蛾卵和 1~7 龄幼虫发育历期不存在显著差异,1 龄、4~7 龄幼虫的发育历期,取食玉米的比取食小麦的偏长,整个幼虫发育历期取食玉米的(16.31 d±0.15 d)显著高于取食小麦的(14.66 d±0.12 d)。成虫寿命取食小麦(14.42 d±0.31 d)高于取食玉米的(13.06 d±0.27 d),但两者之间无显著差异。蛹期和世代周期,取食玉

1.3.2 其他数据处理

利用 IBM SPSS Statistics 19.0 For windows 软件对草地贪夜蛾在玉米、小麦不同部位产卵选择性进行单因素方差分析,Duncan 氏新复极差法多重比较。发育历期、蛹重、产卵前期、平均单雌产卵量、成虫寿命采用双尾配对 t 测验比较分析。

2 结果与分析

2.1 草地贪夜蛾在玉米、小麦上的产卵选择性

草地贪夜蛾产在玉米植株上的卵块数量占全部卵块数量的 90.25%。产在玉米、小麦叶片、茎秆的不同部位卵块数量也存在显著性差异($df=102$, $F=15.593$, $P<0.05$),每日所产卵块数以玉米叶片背面最高,为(7.11±1.55)块/笼,显著高于玉米叶片正面(2.00±0.44)块/笼和小麦叶片正面(1.06±0.37)块/笼,玉米茎秆、小麦叶片背面、小麦茎秆上的卵块数量依次降低,相互之间无显著差异。产卵选择性表明,草地贪夜蛾倾向于在玉米植株上产卵,产卵部位以玉米叶片背面最高,占全部卵块数量的 65.46%。

米的高于取食小麦的,但差异均未达到显著水平(表 1)。生殖力方面,蛹重、产卵前期、雄虫寿命取食玉米和取食小麦均没有显著差异。雌虫寿命、平均单雌产卵量取食小麦的显著高于取食玉米的,分别为(16.39±0.40)d、(976.31±57.21)粒和(14.64±0.32)d、(831.57±30.55)粒(表 2)。上述结果表明,取食小麦对草地贪夜蛾的生长发育、繁殖能力未产生不利影响。

表 1 取食玉米、小麦草地贪夜蛾不同发育阶段的历期¹⁾

Table 1 Duration of different developmental stages of *Spodoptera frugiperda* fed on maize and wheat

发育阶段 Developmental stage	发育历期/d Developmental duration	
	玉米 Maize	小麦 Wheat
卵 Egg	2.51±0.030(232)	2.46±0.020(257)
1 龄 1st instar	2.89±0.019(231)	2.79±0.067(237)
2 龄 2nd instar	2.01±0.102(228)	2.22±0.049(223)
3 龄 3rd instar	1.71±0.035(227)	1.76±0.042(222)
4 龄 4th instar	1.89±0.037(226)	1.87±0.051(222)
5 龄 5th instar	2.33±0.046(226)	1.98±0.057(218)
6 龄 6th instar	4.39±0.090(220)	3.52±0.109(211)
7 龄 7th instar	1.29±0.036(213)	1.23±0.037(203)
幼虫期 Larva stage	16.31±0.150* (213)	14.66±0.120(203)
蛹期 Pupa stage	10.95±0.560(203)	10.74±0.080(180)
成虫期 Adult stage	13.06±0.270(180)	14.42±0.310(155)
世代周期 Generation time	40.31±0.590(180)	39.83±0.280(155)

1) 括号中数字表示参与统计的虫口数量。表中数据为平均值±标准误。同行数据后*表示经 paired-*t*-test 检验差异显著($\alpha=0.05$)。
Numbers in parentheses are the numbers of surviving individuals at different stages. Data are mean±SE. Data followed by * in the same row indicate significant difference at 0.05 level by paired-*t*-test.

表 2 取食玉米、小麦草地贪夜蛾成虫的寿命和繁殖能力¹⁾

Table 2 Adult longevity and female fecundity of *Spodoptera frugiperda* fed on maize and wheat

食料 Food	蛹重/mg Pupal weight	产卵前期/d Preoviposition stage	雌虫寿命/d Female longevity	雄虫寿命/d Male longevity	平均单雌产卵量/粒 Mean eggs of number laid per female
玉米 Maize	180.26±1.79(203)	4.68±0.24(92)	14.64±0.32(92)	11.39±0.36(88)	831.57±30.55(92)
小麦 Wheat	184.13±2.04(180)	4.60±0.27(75)	16.39±0.40* (75)	12.58±0.31(79)	976.31±57.21* (75)

1) 括号中数字表示参与统计的虫口数量。表中数据为平均值±标准误。同列数据后*表示经 paired-*t*-test 检验差异显著($\alpha=0.05$)。
Numbers in parentheses are the numbers of surviving individuals at different stages. Data are mean±SE. Data followed by * in the same column indicate significant difference at 0.05 level by paired-*t*-test.

2.3 取食玉米、小麦对草地贪夜蛾存活率和繁殖力的影响

通过构建草地贪夜蛾取食不同寄主植物的年龄-阶段特征存活率曲线(图 2)可知,取食玉米的草地贪夜蛾其在幼虫存活率、化蛹率、羽化率和世代存活率方面都高于取食小麦的草地贪夜蛾,特别在低龄阶

段,1 龄和 2 龄幼虫的存活率取食玉米和小麦分别为 99.57%、98.28%和 92.22%、86.77%。幼虫期存活率取食玉米为 91.81%,取食小麦为 78.99%。化蛹率和羽化率取食玉米为 95.64%和 93.54%,取食小麦为 91.05%和 90.67%。世代存活率取食玉米为 81.03%,取食小麦为 60.7%。

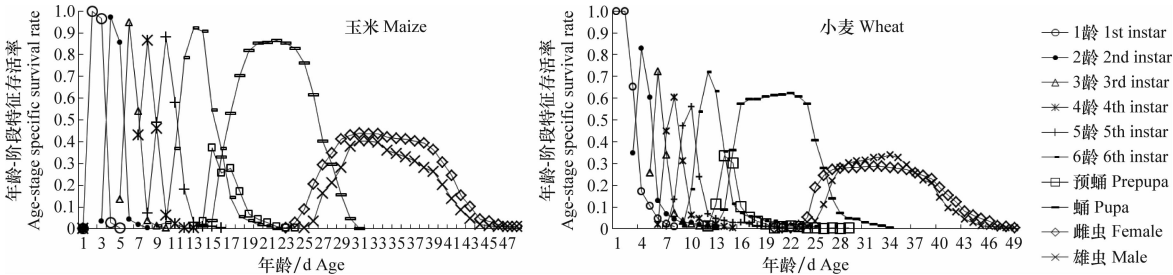


图 2 取食玉米、小麦的草地贪夜蛾年龄-阶段特征存活率(s_{xj})

Fig. 2 Age-stage specific survival rate (s_{xj}) of *Spodoptera frugiperda* fed on maize and wheat

种群年龄-阶段特征存活率(l_x)曲线(图 3)显示,取食玉米的草地贪夜蛾其存活率在 0~15 d 下降较为平稳,表明低龄幼虫存活率较高,15~20 d 幼虫进入高龄期以后存活率有所下降,33 d 以后缓慢下降,48 d 左右全部死亡。取食小麦的草地贪夜蛾

存活率在 3~6 d 低龄幼虫期下降较快,15 d 后进入高龄阶段幼虫存活率又出现快速下降,33 d 以后存活率变化和取食玉米相似,48 d 左右全部死亡。取食玉米和小麦的草地贪夜蛾其种群年龄-阶段特征繁殖力(m_x)和种群年龄-阶段特征繁殖值($l_x m_x$)变

化趋势类似,在第 25~35 天出现繁殖高峰期,峰值日期出现在第 30~33 天。繁殖力、繁殖值取食玉米

的低于取食小麦的,繁殖力最高值分别为 46.09 和 67.71,繁殖值最高值分别为 39.7 和 43.09。

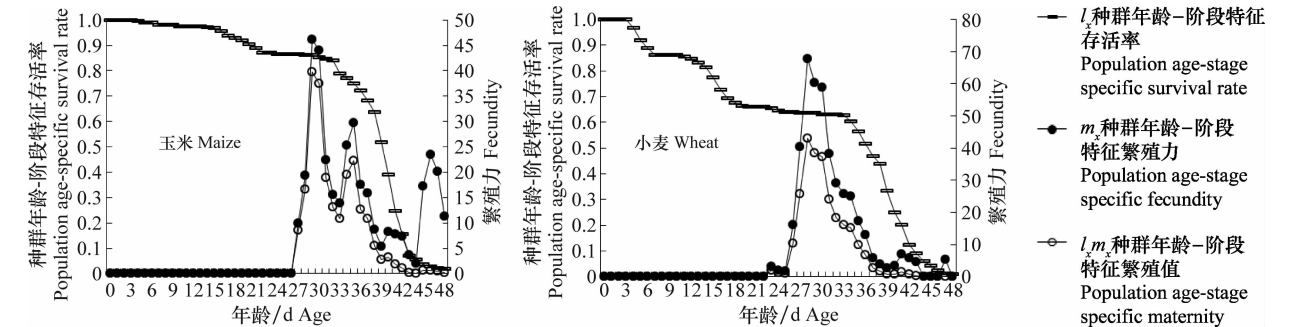


图 3 取食玉米、小麦的草地贪夜蛾种群年龄-阶段特征存活率和繁殖力

Fig. 3 Population age-stage specific survival rates and fecundities of *Spodoptera frugiperda* fed on maize and wheat

特定年龄-阶段寿命期望(e_{xj})曲线(图 4)表示年龄 x 阶段 j 的个体预期存活的总时间,随着年龄的增长,寿命期望减少。取食玉米的最高寿命期望(37.16 d)高于取食小麦的(30.97 d),取食小麦的最

高寿命期望值出现在 2 龄幼虫。取食玉米的特定年龄-阶段寿命期望曲线呈缓慢下降趋势,取食小麦在 15~20 d 寿命期望有增高现象。

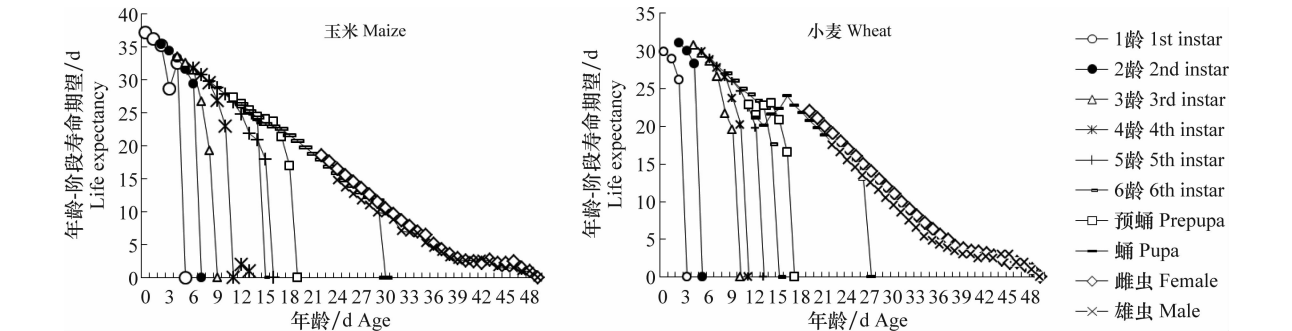


图 4 取食玉米、小麦的草地贪夜蛾种群特定年龄-阶段寿命期望(e_{xj})

Fig. 4 Age-stage specific life expectancy (e_{xj}) of *Spodoptera frugiperda* fed on maize and wheat

2.4 取食玉米、小麦对草地贪夜蛾生命参数的影响

从内禀增长率、周限增长率、平均世代周期来看,取食玉米的草地贪夜蛾高于取食小麦,但未达到

显著水平。取食玉米的净增殖率为 363.14,显著高于取食小麦的 258.63。生命参数结果表明,草地贪夜蛾幼虫期取食玉米其种群增长能力高于取食小麦。

表 3 取食玉米、小麦草地贪夜蛾的生命表参数¹⁾

Table 3 Population parameters of *Spodoptera frugiperda* fed on maize and wheat

食料 Food	平均世代周期(T)/d Mean generation time	净增殖率(R_0) Net reproductive rate	内禀增长率(r)/d ⁻¹ Intrinsic rate of increase	周限增长率(λ)/d ⁻¹ Finite rate of increase
玉米 Maize	33.50±0.24	363.14±4.23*	0.167 8±0.002 7	1.182 7±0.004 2
小麦 Wheat	32.83±0.31	258.63±3.16	0.152 6±0.003 8	1.164 9±0.004 6

1) 表中数据为平均值±标准误。同列数据后*表示经 paired-*t*-test 检验差异显著($\alpha=0.05$)。
Data are mean±SE. Data in the same column followed by * are significantly different (paired-*t*-test, $\alpha=0.05$).

3 讨论

草地贪夜蛾作为一种重大迁飞性害虫,成功入侵后,其发生和为害将常态化,形成类似黏虫北迁南回、周年循环发生的重大害虫^[15]。适生性分析结果显示,草地贪夜蛾在我国适生区较宽,包括华南、华

中、华东全部和西南、华北部分区域^[16]。在我国多种农作物的生育期随季节和纬度变化,由南至北递次推移,这种寄主资源在时间空间上的互补性,为草地贪夜蛾种群区域性迁移为害提供了充足的食物资源,尤其是其在南方形成虫源基地后,将随着气流逐步迁飞至黄淮海甚至华北或东北地区。吴秋琳等^[17]分析了

中国热带和南亚热带地区草地贪夜蛾春夏两季迁飞轨迹,结果表明,3—5月份,长江以南是其北进的必经之地和主要的降落地区,如果连续迁飞2个夜晚,便可迁飞至长江以北至黄河以南地区。3—6月份正值我国长江中下游麦区和黄淮海麦区小麦的关键生育期,如果这段时期草地贪夜蛾在我国小麦上定殖为害,将会对小麦的安全生产带来很大威胁。

通常认为昆虫偏好把卵产在营养丰富的寄主植物上,以利于后代的生长发育^[18],另外,选择压力、寄主植物的营养物质和植物挥发物都可能影响昆虫对寄主植物的选择^[19]。本文产卵选择性结果表明:在玉米和小麦两种作物同时存在的情况下,草地贪夜蛾更喜欢在玉米上产卵,在玉米上的卵块数量占总卵块数量的90.25%,产卵部位以玉米叶片背面最多,其次为玉米叶片正面和小麦叶片正面,小麦叶片背面和玉米、小麦茎秆都有卵块分布,这与国外草地贪夜蛾田间卵块分布结果一致^[20-21]。自草地贪夜蛾传入我国以来,国内基层农技人员通过田间调查认为草地贪夜蛾卵块分布以玉米叶片正面为主,这可能和调查取样范围、样本量和玉米叶片正面的卵块更容易调查有关。大量的田间调查也发现草地贪夜蛾具有很强的趋嫩性^[22]。明确草地贪夜蛾产卵和取食偏好性可以为其田间调查^[23]、设置田间诱集植物和指导有效防控奠定基础。

研究表明,植食性昆虫幼虫期较高的存活率和较短的发育历期是衡量其寄主适合度的重要指标^[24]。本研究结果表明,草地贪夜蛾可以在小麦上完成生活史,尽管在幼虫存活率、化蛹率、羽化率和世代存活率方面低于取食玉米的草地贪夜蛾,但整个幼虫期存活率也高达78.99%(取食玉米的为91.81%)。世代存活率取食小麦的为60.7%,取食玉米的为81.03%。徐蓬军等^[25]在比较草地贪夜蛾对烟草和玉米的取食选择性时发现,取食烟草的幼虫仅有接近7%的个体存活。吴京伟等^[26]比较了玉米、水稻、甘蔗3种寄主植物对草地贪夜蛾种群参数的影响,结果显示,取食玉米、水稻、甘蔗的幼虫3龄之前存活率分别为68.2%、34.1%、30.3%。本研究结果表明,取食小麦的草地贪夜蛾比取食烟草、水稻和甘蔗的幼虫存活率明显偏高,这可能与饲养条件和饲养方法有关。李定银等^[27]研究了草地贪夜蛾对玉米、荞麦、薏米和菜豆植株的选择性和偏好性,由于只统计了初孵幼虫的存活率,在此不做对比。取食小麦的幼虫发育历期显著低于取食玉米的,而其蛹期、蛹重、产卵前期、成虫寿命、世代周期在取食玉米和取食小麦之

间不存在显著差异;平均单雌产卵量取食小麦的显著高于取食玉米的。上述结果表明小麦对草地贪夜蛾也有较高的适合度。

昆虫的寄主转移与进化适应是种群分化和物种形成的重要机制之一,草地贪夜蛾在取食不同寄主过程中形成了玉米型和水稻型两个典型的种群^[28]。基因检测显示入侵我国的草地贪夜蛾基因具有杂合性,这意味着未来草地贪夜蛾可能会发生遗传分离^[7]。草地贪夜蛾作为典型的多食性昆虫,喜食禾本科作物,除玉米外,小麦、水稻作为我国重要的口粮作物也面临着受害的风险。生命表参数显示,取食玉米和取食小麦的草地贪夜蛾其内禀增长率、周限增长率和平均世代周期不存在显著差异。但由于取食小麦的草地贪夜蛾存活率低于取食玉米的,使得取食玉米的草地贪夜蛾净增殖率高于小麦。截至2019年8月底草地贪夜蛾已经全面覆盖我国黄淮海麦区,田间调查已经发现草地贪夜蛾在自生麦苗上为害。室内种群抗寒性显示草地贪夜蛾不同发育阶段都具有很强的抗寒性^[29]。进入10月份,玉米大量收割是否会对秋播麦苗造成危害值得关注。尤其是每年的3—6月份小麦返青至收获期,我国长江中下游麦区、黄淮海麦区春玉米种植面积较小,主要以种植小麦为主,根据草地贪夜蛾产卵选择性,在食物充足时,首先取食玉米,当食物匮乏、种群密度过高时,草地贪夜蛾存在转移为害小麦的风险。因此,今后应密切关注草地贪夜蛾发生动态,并加强对其在麦田发生情况的监测,为其早期预警和有效防控提供依据。

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] KEBEDE M. Out-break, distribution and management of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in Africa: The status and prospects [J]. Academy of Agriculture Journal, 2018, 3(10): 551–568.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] FAO. Integrated management of the fall armyworm on maize: A guide for farmer field schools in Africa [R]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018.

[6] 全国农业技术推广服务中心. 当前玉米重大病虫害发生动态 [EB/OL]. (2019-08-23). https://www.natesc.org.cn/Html/2019_08_23/28092_151760_2019_08_23_459724.html.

[7] 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(6): 20-27.

[8] 张磊, 靳明辉, 张丹丹, 等. 入侵云南草地贪夜蛾的分子鉴定[J]. 植物保护, 2019, 45(2): 19-24.

[9] 太红坤, 郭井非, 杨世常, 等. 草地贪夜蛾在云南德宏州甘蔗上的生物学习性及为害状观察[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 75-79.

[10] 刘杰, 姜玉英, 刘万才, 等. 草地贪夜蛾测报调查技术初探[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(4): 44-47.

[11] 仓晓燕, 张荣跃, 尹炯, 等. 我国蔗区草地贪夜蛾发生动态监测与防控措施[J]. 中国糖料, 2019, 41(3): 77-80.

[12] 杨普云, 朱晓明, 郭井非, 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.

[13] CHI H. TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis [M]. National Chung Hsing University. Taichung, Taiwan, 2016.

[14] CHI H, SU H Y. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate [J]. Environmental Entomology, 2006, 35(1): 10-21.

[15] 姜玉英, 刘杰, 朱晓明. 草地贪夜蛾侵入我国的发生动态与未来趋势分析[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(2): 33-35.

[16] 秦誉嘉, 蓝帅, 赵紫华, 等. 迁飞性害虫草地贪夜蛾在我国的潜在地理分布[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 43-47.

[17] 吴秋琳, 姜玉英, 胡高, 等. 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[J]. 植物保护, 2019, 45(3): 1-9.

[18] BERDEGUE M T J. Effects of plant chemical extracts and physical characteristics of *Apium graveolens* and *Chenopodium murale* on host choice by *Spodoptera exigua* larvae [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1996, (78): 253-262.

[19] THOMPSON J N. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1988, 47(1): 3-14.

[20] PITRE H N, MULROONEY J E, HOGG D B. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition: crop preferences and egg distribution on plants [J]. Journal of Economic Entomology, 1983, 76(3): 463-466.

[21] KEBEDE M. Out-break, distribution and management of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in Africa: The status and prospects [J]. Academy of Agriculture Journal, 2018, 3(10): 551-568.

[22] 孙小旭, 赵胜国, 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.

[23] 张智, 张云慧, 姜玉英等. 草地贪夜蛾覆毛卵块与绒茧蜂茧块的识别特征[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 99-101.

[24] JUÁREZ M L, SCHÖFL G, VERA M T, et al. Population structure of *Spodoptera frugiperda* maize and rice host forms in South America: are they host strains? [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2014, 152(3): 182-199.

[25] 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.

[26] 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.

[27] 李定银, 邹军锐, 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.

[28] DUMAS P, LEGEI 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.

[29] 张智, 郑乔, 张云慧, 等. 草地贪夜蛾室内种群抗寒能力测定[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 43-49.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 16 页)

[29] DE MELO E P, FERNANDES M G, DEGRANDE P E, et al. Spatial distribution of plants infested with *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on corn crop [J]. Neotropical Entomology, 2006, 35(5): 689-697.

[30] 孙小旭, 赵胜国, 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.

[31] 汪恩国, 陈克松, 李达林, 等. 玉米田斜纹夜蛾空间分布型及抽样技术[J]. 应用昆虫学报, 2004, 41(6): 585-588.

[32] 王军, 周菲. 小麦粘虫发生与分布特点研究[J]. 四川农业科技, 2018(2): 40-42.

[33] 朱金良, 王华弟, 陈跃, 等. 麦田灰飞虱种群空间分布型及抽样技术探讨[J]. 中国农学通报, 2007, 23(8): 392-396.

[34] MITCHELL F L, FUXA J R. Distribution, abundance, and sampling of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in south-central Louisiana cornfields [J]. Environmental Entomology, 1987, 16(2): 453-458.

[35] HERNANDEZ J L, LÓPEZ-BARBOSA E C, GARZA-GONZÁLEZ E, et al. Spatial distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize landraces grown in Colima, Mexico [J]. International Journal of Tropical Insect Science, 2008, 28(3): 126-129.

[36] LINDUSKA J J, HARRISON F P. Adult sampling as a means of predicting damage levels of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in grain corn [J]. The Florida Entomologist, 1986, 69(3): 487-491.

[37] 李文强, 卢增斌, 李丽莉, 等. 济宁地区麦田粘虫种群监测及防治指标研究[J]. 山东农业科学, 2017, 49(11): 116-119.

[38] 舒占涛, 杨吉善. 二代粘虫危害与小麦产量损失及防治指标[J]. 植物保护, 1992, 18(6): 5-7.

[39] 张国彦, 陈松莲, 刘淑帆, 等. 豫中南小麦粘虫动态防治指标的探讨[J]. 中国植保导刊, 1998, 18(4): 12-13.

[40] 张文同. 从粘虫为害损失谈防治指标[J]. 安徽科技学院学报, 1994, 8(1): 33-37.

[41] 董宝信, 王厚振, 李文江, 等. 第一代棉铃虫危害小麦防治指标的研究[J]. 山东农业科学, 1993(6): 29-30.

(责任编辑: 杨明丽)