草地贪夜蛾对玉米和高粱的产卵选择及寄主适合度*

吕 亮[1**] 夏红霞[2] 郭 蕾[1] 常向前[1] 万 鹏[1] 张 舒[1***]

（1. 农业农村部华中作物有害生物防控重点实验室，湖北省农业科学院植保土肥研究所，武汉 430064；2. 湖北省武穴市农业农村局，武穴 436400）

摘 要 **【目的】** 旨在明确草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* 在玉米和高粱上的产卵选择性和寄主适合度，为草地贪夜蛾的科学防控提供依据。**【方法】** 在室内 25 ℃条件下，采用叶片饲养观察的方法，比较草地贪夜蛾在玉米和高粱上的产卵量、取食量以及食物利用效率，并构建实验种群生命表。**【结果】** 草地贪夜蛾偏好在玉米叶片背面产卵，其平均卵块数最多，达到（3.40±0.55）块，且平均产卵量达到（346.00±72.55）粒。取食玉米的草地贪夜蛾幼虫存活率显著高于取食高粱的（P<0.05），两者的平均存活率分别为98.89%和 86.78%；在取食后 5、6 和 7 d 时，取食玉米的草地贪夜蛾幼虫食物利用效率显著高于取食高粱的（P<0.05）；取食玉米的草地贪夜蛾幼虫发育总历期显著短于取食高粱的（P<0.05）；在生命表参数比较中，取食玉米的草地贪夜蛾种群的净增殖率（R_0）显著高于取食高粱的（P<0.05），两者的平均净增殖率分别为（415.93 ± 69.69）和（372.45±34.70）。**【结论】** 草地贪夜蛾在玉米和高粱上均能完成生活史，玉米表现出更高的寄主适合度。但由于草地贪夜蛾在高粱上亦有较高的寄主适合度，且玉米和高粱生育期几近相同，因此在我国西南高粱种植面积较大地区，尤需提前防范草地贪夜蛾从玉米转移至高粱为害的风险。

关键词 草地贪夜蛾；玉米；高粱；寄主适合度

Effect of feeding *Spodoptera frugiperda* corn or sorghum on oviposition site selection and fitness

LÜ Liang[1**] XIA Hong-Xia[2] GUO Lei[1] CHANG Xiang-Qian[1]
WAN Peng[1] ZHANG Shu[1***]

(1. Key Laboratory of Huazhong Crops Pests Biological Control, Ministry of Agriculture and Rural, Wuhan, China, Institute for Plant Protection and Soil Fertilizer, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China; 2. Bureau of Agriculture and Rural of Wuxue County, Wuxue 436400, China)

Abstract **[Objectives]** To determine the effect of feeding corn or sorghum on the oviposition site preference and fitness of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*), and thereby provide information to improve the control of this pest. **[Methods]** The oviposition preferences, survival, growth, reproduction, fecundity, food intake and efficiency of conversion of digested food (ECD) of *S. frugiperda* fed either corn or sorghum at a temperature of 25 were measured and compared, and a life table constructed from the data obtained. **[Results]** *S. frugiperda* preferred to lay eggs on the back of corn leaves. The mean number of egg masses was (3.40±0.55), and the mean number of eggs was (346±72.55). A greater number of egg masses and eggs were laid on corn than on sorghum or other substrates. The survival rate of larvae fed on corn (98.89%) was significantly higher than that of those fed on sorghum (86.78%; P<0.05, one-way ANOVA). The ECD of corn-fed larvae was significantly higher than that of those fed on sorghum (P<0.05, one-way ANOVA) and the total developmental duration of corn-fed larvae was significantly shorter than that of sorghum-fed larvae (P<0.05, one-way ANOVA). Comparison of life table parameters

*资助项目 Supported projects：2019 年湖北省农业科技创新行动项目“湖北省草地贪夜蛾防控技术集成与示范”（NYKJ2019011）

**第一作者 First author，E-mail：lvlianghbaas@126.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：ricezs6410@163.com

收稿日期 Received：2021-01-25；接受日期 Accepted：2021-07-25

indicates that the net reproductive rate (R_0) of corn-fed larvae was significantly higher than that of sorghum-fed larvae (P<0.05, one-way ANOVA). The average net reproductive rates (R_0) of corn and sorghum-fed larvae were (415.93±69.69) and (372.45±34.70), respectively. **[Conclusion]** *S. frugiperda* can complete its life cycle on either corn or sorghum, but larvae raised on corn had higher fitness. However, because *S. frugiperda* can also complete its life-cycle on sorghum, and the corn and sorghum growing periods are almost the same, there is a risk of this pest spreading to sorghum from corn crops.

Key words fall armyworm; corn; sorghum; host fitness

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* 是鳞翅目 Lepidoptera 夜蛾科 Noctuidae 的一类重要农业害虫，俗称“秋黏虫”（Fall armyworm）。自 2019 年 1 月于我国云南首次发现为害玉米后，草地贪夜蛾迅即在我国多个省份扩展蔓延，渐呈定殖随时暴发之势（姜玉英等，2019a）。草地贪夜蛾原产于美洲，其寄主范围极其广泛，尤其偏好玉米等禾本科作物（Montezano *et al.*，2018），已造成我国玉米生产的巨大损失，严重威胁着我国的粮食安全。入侵我国的草地贪夜蛾已被分子鉴定为玉米型（Corn strain），是水稻型（Rice strain）母本和玉米型父本杂交群体的后代（张磊等，2019）。目前，除玉米外，其它禾本科作物如水稻、小麦和高粱等也可能会面临着遭受其为害的巨大风险。我国疆域辽阔、作物种植制度尤其复杂，这些自然条件为草地贪夜蛾的定殖和暴发成灾提供有利条件，故而开展草地贪夜蛾在不同寄主间转移为害的风险评估研究尤显重要和迫切。

目前关于草地贪夜蛾对不同作物寄主的选择以及寄主适合度研究已越来越多，俨然成为研究热点。如徐蓬军等（2019）比较了草地贪夜蛾对烟草和玉米的取食偏好性，发现草地贪夜蛾尤喜取食玉米。而比较玉米、水稻和甘蔗等寄主植物对草地贪夜蛾种群参数影响的结果表明，草地贪夜蛾在水稻上的寄主适合度显著低于甘蔗和玉米（吴京伟等，2019）。另有研究发现，当草地贪夜蛾种群密度大及玉米等食物极度匮乏之时，预先取食玉米的草地贪夜蛾存在有转移为害小麦的巨大风险（巴吐西等，2019）。而吕亮等（2020）通过室内生命参数比较并结合自然环境等因素分析认为，草地贪夜蛾虽然在小麦上能完成世代生活史，但相对而言，玉米是草地贪夜蛾的最适寄主植物，草地贪夜蛾在自然条件下转移为害冬小麦的可能性极低。综上诸多研究结果表明，草地贪夜蛾尤其偏好取食玉米，玉米是入侵害虫草地贪夜蛾的最适寄主。

高粱是我国旱区重要的经济作物，在农业生产和种植业结构调整中具有十分重要的作用，其主产区为东北、西南等地，在许多内地省份常年零星种植，但目前其种植面积呈现不断扩大趋势（邹剑秋等，2020）。据统计，2019 年草地贪夜蛾为害我国高粱面积达 2 679.1 hm^2，且主要分布在云贵地区（姜玉英等，2019b）。而刘彬等（2020）在河南新乡田间亦发现草地贪夜蛾幼虫为害秋高粱。然而截止目前，关于草地贪夜蛾在高粱上的适合度研究鲜有系统报道，而玉米、高粱同属 C4 作物，自然条件的生育期基本可重叠，那么是否会造成草地贪夜蛾在两者间的转移为害呢？鉴于此，本文尝试探讨草地贪夜蛾对玉米和高粱的产卵选择以及寄主适合度，旨在为草地贪夜蛾种群在玉米和高粱间的转移为害及暴发风险提供理论依据，从而为我国草地贪夜蛾的科学合理防控提供依据支撑。

1　材料与方法

1.1　试验材料

供试昆虫：2019 年，草地贪夜蛾高龄幼虫采自湖北省咸宁市通山县大畈镇板桥村（114.67°E，29.66°N）夏玉米上，于室内采用新鲜玉米嫩叶在塑料培养皿（直径 8 cm，高 3 cm）中单头饲养，饲养多代后留取新鲜消毒处理卵块备用。

供试寄主植物：玉米（品种为正大 999，粤审玉 2014005 号）、高粱（品种为红缨子，黔审粱 2008002 号），于温室内种植，培养条件为：温度（25±1）℃，光周期 14 L∶10 D，相对湿度 50%-70%。用玉米或高粱喂饲时，均选取苗龄 15 d 植株上部新鲜幼嫩叶片，剪成 2 cm×2 cm 规

格的新鲜叶段备用。

1.2 试验方法

1.2.1 供试昆虫的饲养方法 单头饲养法。取草地贪夜蛾卵块，经 5%甲醛液浸泡 15 min，再经蒸馏水漂洗、晾干。待卵块孵化后，于塑料培养皿内放入充足事先准备好的新鲜叶段，用软和毛笔头接入 1 头初孵幼虫，并用 Parafilm 封口膜封住培养皿以防逃逸，皿内置湿棉球以保湿。24 h 定期更换一次饲料。

化蛹时，收集新鲜虫蛹置于铺有吸水滤纸的培养皿内，于室内恒温条件继续饲养至其羽化。羽化后，雌雄配对并标记置于直径 10 cm、高 25 cm 的圆柱形玻璃瓶，事先瓶内置有不同寄主的新鲜叶片（收集卵块用），盖上留有透气孔（纱布遮盖）的塑料瓶盖，每日饲喂 5%的蜂蜜水以提供营养，待其产卵。产卵后，于次日取出产卵叶片并补充相应寄主的新鲜叶片直至死亡。剪取卵块置于带有吸水滤纸的培养皿内保存。

室内饲养条件为：温度（25±1）℃，光周期 16 L∶8 D，相对湿度 60%-70%。

1.2.2 草地贪夜蛾成虫在玉米和高粱上的产卵选择性 事先于纱网钢架养虫笼（100 目，60 cm × 40 cm×40 cm）内放置钵栽无虫玉米和高粱苗各 1 钵备用。钵中玉米和高粱苗龄均为 15 d，栽培密度和其他管理方式均相同。每个养虫笼中分别接入 2 对羽化 1 d 的草地贪夜蛾雌雄成虫，每天定时记录草地贪夜蛾在玉米、高粱苗上不同部位的产卵块数和卵粒数量，直到所有成虫死亡。重复 5 次。

1.2.3 草地贪夜蛾幼虫在玉米和高粱上的取食量和食物利用效率 采用单头饲养法，每培养皿接入 1 头初孵幼虫饲喂新鲜的叶段（苗龄 15 d）。接虫后每 24 h 调查 1 次，并补充足够的新鲜叶段继续单头饲养至不取食（预蛹）为止。每次调查时，使用普利赛斯 ES225SM-DR 型电子天平（精确度为 0.01 mg）称量被取食的叶片质量、幼虫体重及其排泄粪便质量。注意称量时，混合测量 30 头试虫的取食叶段质量、幼虫体重以及排泄粪便质量，测量总量，然后再平均，即得到每头试虫的取食量、体重以及排泄量。

参照李鸿昌等（1987）的方法计算食物利用效率，即消化的食物转换体为体物质的效率（Efficiency of conversion of digested food to body substance，ECD）。食物利用效率的计算公式如下：

$$\text{食物利用效率（\%）} = \frac{\text{体重增加值}}{\text{（摄入的食物量 – 粪便排泄量）}} \times 100。$$

取单头饲养的草地贪夜蛾幼虫 30 头为 1 处理，每个处理重复 3 次。

1.2.4 草地贪夜蛾在玉米和高粱上的种群生命表 采用单头饲养法，每培养皿接入 1 头初孵幼虫饲喂新鲜的叶段（苗龄 15 d）。接虫后每 24 h 调查 1 次，并补充足够的新鲜叶段，记录幼虫的存活、生长发育情况。幼虫化蛹后放入直径 5 cm 塑料培养皿内保存，记录化蛹及存活情况等，化蛹第 2 天采用普利赛斯 ES225SM-DR 型电子天平（精确到 0.01 mg）称取蛹重。成虫羽化后，记录羽化情况，雌雄配对放入圆柱形玻璃瓶（上口直径 10 cm，高 25 cm），内置有不同寄主的新鲜叶片（收集卵块用），盖上留有透气孔（纱布遮盖）的塑料瓶盖，每日饲喂 5%的蜂蜜水。成虫开始产卵后，每 24 h 更换充足的新鲜叶片，记录产卵前期和每日单雌产卵量，直到成虫（雌/雄）死亡。每培养皿接入 1 头初孵幼虫，以 30 头初孵幼虫为一处理，重复 3 次。

参照 Euler-Lotka 公式（Chi and Liu，1985）计算生命参数。生命参数的相关计算公式如下：

净增殖率 $R_0=\sum l_x m_x$（其中，种群年龄-阶段特征存活率 $l_x=\sum_{j=1}^{m} S_{xj}$，种群年龄-阶段特征繁殖力 $m_x=\dfrac{\sum_{j=1}^{m} S_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^{m} S_{xj}}$），内禀增长率 $r_m=(\ln R_0)/T$，平均世代周期 $T=\sum x l_x m_x / R_0$，周限增长率 $\lambda = e^{r_m}$。

1.3 数据分析

所有试验数据采用 IBM SPSS Statistics 22.0

进行统计分析，不同处理间用 Duncan's 新复极差法进行差异显著性检验。

2　结果与分析

2.1　草地贪夜蛾成虫对不同寄主的产卵选择性

产卵选择试验结果表明，草地贪夜蛾成虫具有明显的寄主选择性，就玉米和高粱比较而言，草地贪夜蛾偏好在玉米植株上产卵。而比较植株上不同部位所产的卵块数发现，草地贪夜蛾成虫产在玉米叶片背面上的平均卵块数最高，为（3.40±0.55）块，显著高于玉米叶片正面（1.40±0.55）块（P<0.05），亦显著地高于高粱叶片背面（2.60±0.55）块（P<0.05）。而高粱叶片正面、高粱叶鞘以及玉米叶鞘的产卵块数间无显著差异（图 1：A）。比较草地贪夜蛾成虫的平均产卵量得知，在玉米叶片背面上平均产卵量最高，为（346.00±72.55）粒，而在玉米叶片正面上平均产卵量为（132.60± 71.81）粒，在玉米叶鞘上的平均产卵量较少（37.60±31.85）粒。而草地贪夜蛾成虫在高粱叶片背面的平均产卵量为（252.80±51.79）粒，在叶片正面的平均

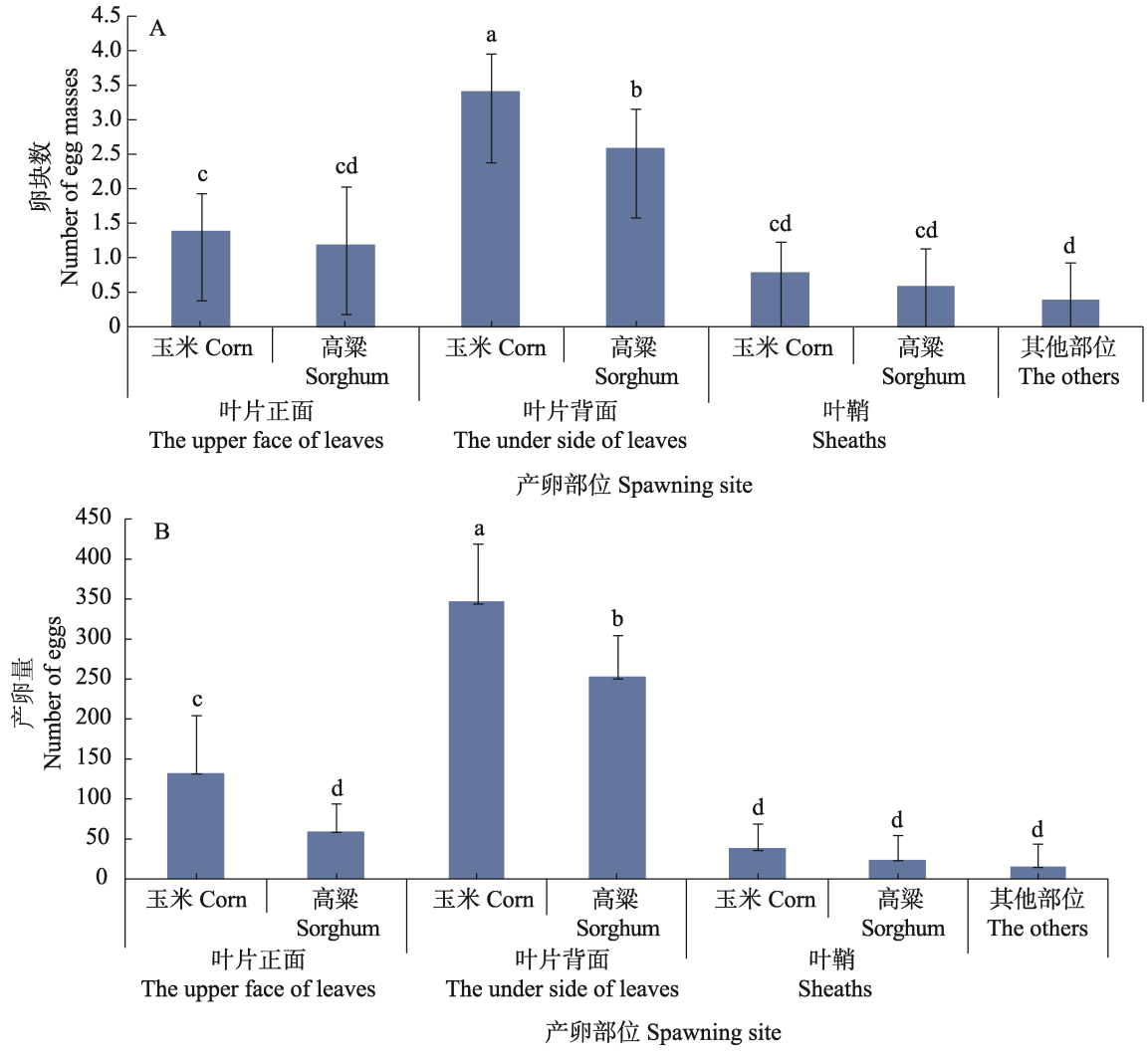

图 1　草地贪夜蛾对不同寄主的产卵选择

Fig. 1　Spawning selectivity of *Spodoptera frugiperda* on different plant hosts

A. 卵块数；B. 产卵量。A. Number of egg masses; B. Number of eggs.

图中数值为平均值±标准误。柱上标有不同小写字母表示两处理组间差异显著（P<0.05，单因素方差分析）。

Data in the figure are mean ±SE. Histograms with different lowercase letters indicate significant differences (P<0.05) between the two treatment groups on the same day by one-way ANOVA.

产卵量为（60.20±34.72）粒，在高粱叶鞘上的平均产卵量仅为（24.00±31.85）粒（图 1：B）。草地贪夜蛾在产卵笼内其他部位平均产卵量为（16.40±28.15）粒。经方差分析，与其他部位相比，草地贪夜蛾显著地偏好在玉米叶片背面产卵（P<0.05），而在高粱叶片背面的产卵量亦显著地高于除玉米叶片背面外的其他几个部位（P<0.05）。草地贪夜蛾在玉米叶鞘、高粱叶鞘、高粱叶片正面及其他部位上产卵量间无显著差异。

综上说明，草地贪夜蛾成虫偏好在玉米寄主上产卵，且尤其喜欢在叶片背面产卵，其在玉米叶片上的产卵块数以及产卵量显著高于在高粱叶片上的。草地贪夜蛾对不同寄主产卵选择的差异性，极有可能与寄主植物的营养成份、挥发物等因素有关。

2.2 不同寄主对草地贪夜蛾幼虫取食量和食物利用效率影响

在室内 25 ℃饲养条件下，草地贪夜蛾幼虫在孵化后第 1 天，取食玉米叶片的取食量显著高于取食高粱的（P<0.05）（图 2：A）。取食 2 种寄主的草地贪夜蛾幼虫在第 4、第 5 和第 6 天的取食量存在显著差异（P<0.05），取食玉米叶片的取食量仍显著高于取食高粱的，且随着虫龄的变大，两者均在孵化后第 4-5 天起，其相应取食量均明显增大，开始进入暴食期，其中取食玉米叶片的草地贪夜蛾幼虫直到第 9 天才达到取食量高峰，随后慢慢减少直至停止取食进入预蛹阶段，而取食高粱叶片的草地贪夜蛾幼虫直到第 10 天达到取食量高峰。由上分析说明，草地贪夜蛾均可取食玉米和高粱叶片，但相比较而

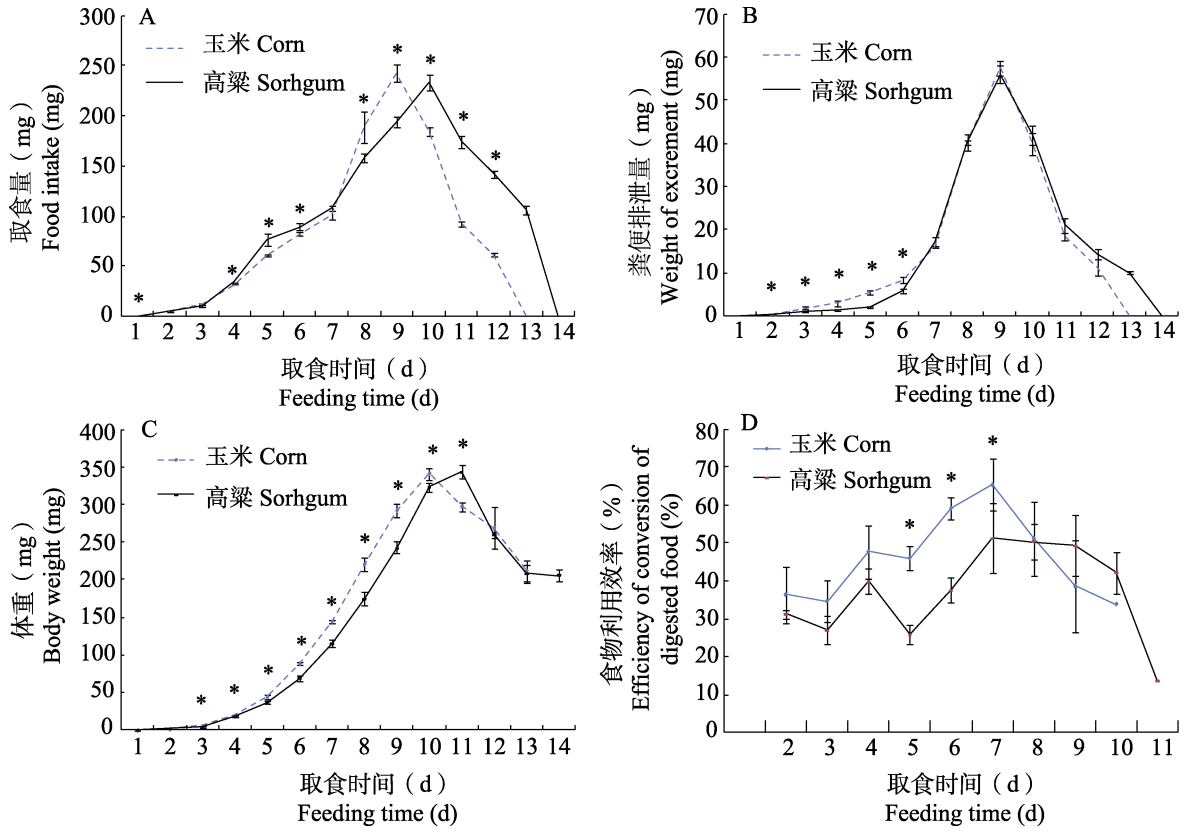

图 2 草地贪夜蛾在玉米、高粱上的取食量（A）、粪便排泄量（B）、体重（C）和食物利用效率（D）

Fig. 2 Food intake (A), excrement discharge (B), body weight (C) and the efficiency of conversion of digested food to body substance (D) of *Spodoptera frugiperda* larvae on corn and sorghum

图中数值为平均值±标准误。线上星号标记表示同一天内两处理组间差异显著（P<0.05，单因素方差分析）。下图同。

Data in the figure are mean ±SE. The asterisk above the curves indicates significant differences between the two treatment groups on the same day at the 0.05 level by one-way ANOVA. The same below.

言，取食玉米叶片的草地贪夜蛾幼虫生长发育略快于取食高粱的。

比较两者的粪便排泄量（图 2：B），取食玉米叶片的草地贪夜蛾幼虫在第 2、3、4、5 和第 6 天的粪便排泄量均显著高于取食高粱的（P<0.05），由此可知，草地贪夜蛾幼虫在低龄期偏好取食玉米叶片，表现为取食量、粪便排泄量相对较大，有利于提高低龄幼虫的存活率及生长发育水平。

由图 2（C）可知，取食玉米叶片的草地贪夜蛾幼虫的体重在取食的前 10 d 均显著高于取食高粱的（P<0.05），且第 10 天时 ，取食玉米叶片的草地贪夜蛾幼虫体重已达到最高峰，随后随着慢慢进入预蛹阶段而降低。而取食高粱的草地贪夜蛾幼虫的发育明显滞后于取食玉米的，在取食的第 11 天时，其幼虫体重才达最高峰。

在图 2（D）中，草地贪夜蛾幼虫取食玉米和高粱叶片的食物利用效率的比较结果表明，在取食的第 5、第 6 和第 7 天时，取食玉米叶片的草地贪夜蛾幼虫的食物利用效率显著高于取食高粱的（P<0.05）。因此草地贪夜蛾幼虫取食玉米，食物利用效率略高，更有利于其生长发育，进而说明，草地贪夜蛾幼虫取食玉米叶片更有利于其生长发育。

2.3　不同寄主对草地贪夜蛾的存活率影响

取食玉米和高粱后的草地贪夜蛾幼虫存活率如图 3 所示。与取食寄主高粱相比，取食玉米叶片时的存活率比较高，其 14 d（约接近预蛹高峰阶段）平均存活率仍维持在 98.89%。而取食高粱叶片的草地贪夜蛾幼虫在第 2 天后就有死亡，且其 14 d 的平均存活率只有 86.78%。方差分析结果表明，处理后第 2、3、4、5、6 和第 7 天，取食玉米的草地贪夜蛾的幼虫存活率显著地高于取食高粱的（P<0.05）。7 d 以后，取食玉米和高粱的草地贪夜蛾两者间的存活率基本无显著差异。综上可见，取食玉米的草地贪夜蛾幼虫存活率显著地高于取食高粱的，取食玉米更有利于草地贪夜蛾幼虫存活和生长发育。详见图 3。

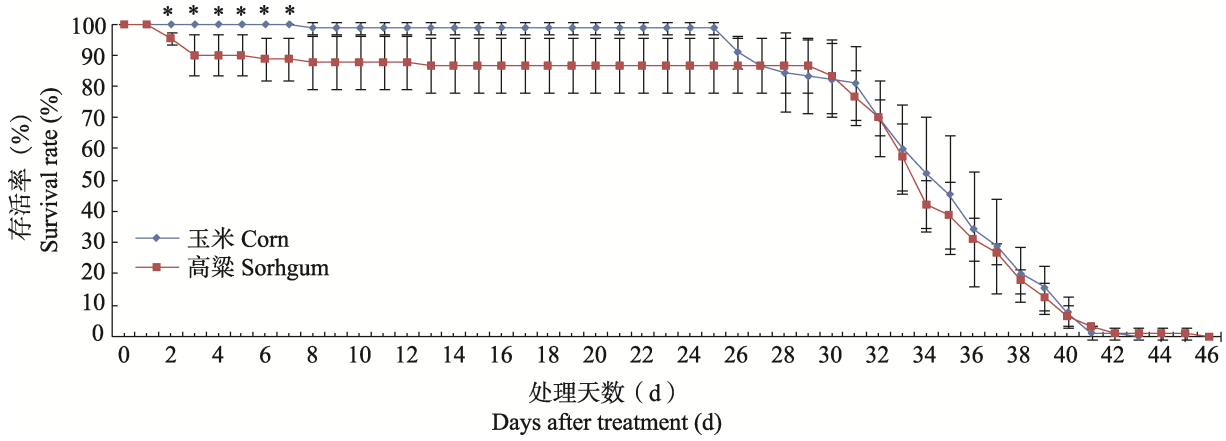

图 3　草地贪夜蛾幼虫取食玉米和高粱的逐日存活率

Fig. 3　Daily survival rate of *Spodoptera frugiperda* larvae fed on corn and sorghum

2.4　草地贪夜蛾幼虫在玉米和高粱上的发育历期

比较草地贪夜蛾的幼虫发育历期的结果（表 1）表明，取食玉米叶片的草地贪夜蛾 1 龄和 5 龄幼虫历期显著低于取食高粱的（P<0.05），而两者 2 龄、3 龄、4 龄和 6 龄幼虫历期间无显著差异。进而比较两者幼虫总历期发现，取食玉米的草地贪夜蛾幼虫总历期为（16.03±0.40）d，显著低于取食高粱的（P<0.05）。

试验中还发现，在室内 25 ℃下，取食玉米的草地贪夜蛾有 48 头 7 龄幼虫出现，约占总幼虫数的 55.06%；而取食高粱的草地贪夜蛾亦有 18 头 7 龄幼虫，约占总幼虫数的 23.08%。比较两者 7 龄幼虫的历期，两者间无显著差异。而造成 7 龄幼虫出现及其所占比例差异等原因，尚待

表 1 取食玉米和高粱的草地贪夜蛾各龄幼虫历期（d）

Table 1 Duration of different larvae of *Spodoptera frugiperda* fed on corn and sorhgum

寄主 Hosts	1 龄 1st instar	2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	4 龄 4th instar	5 龄 5th instar	6 龄 6th instar	7 龄 7th instar	幼虫总历期 Total larval duration
玉米 Corn	1.11±0.09 b（90）	1.81±0.24 a（90）	1.35±0.07 a（90）	2.19±0.16 a（90）	2.42±0.15 b（89）	3.21±0.30 a（89）	3.94±0.56 a（48）	16.03±0.40 b（89）
高粱 Sorhgum	2.01±0.04 a（90）	2.25±0.16 a（86）	1.36±0.19 a（81）	2.71±0.30 a（79）	3.24±0.14 a（79）	3.66±0.17 a（78）	4.09±0.08 a（18）	19.32±0.67 a（78）

表中所列数据为平均值±标准误，同列数据后标有不同字母表示经单因素方差分析后差异显著（P<0.05）。数据下方括号中数字表示参与统计的不同阶段虫口存活数。下表同。

Data listed in the table are mean ±SE, and followed by different letters in the same column indicate significantly different by one-way ANOVA(P<0.05). Numbers in parentheses are the survived individuals at different stages. The same below.

以后加强研究。

2.5 草地贪夜蛾幼虫在玉米和高粱上的种群生命参数

由表 2 中可看出，在室内 25 ℃饲养条件下，取食玉米和高粱叶片的草地贪夜蛾平均蛹重分别为（184.65±1.19）mg 和（182.30±2.04）mg，两者间无显著的差异。而比较草地贪夜蛾的产卵前期、雌雄成虫寿命，取食玉米和高粱间亦无显著差异。另外，取食玉米的草地贪夜蛾平均单雌产卵量达（1 023.82±155.80）粒，显著高于取食高粱的（927.00±85.02）粒（P<0.05）。两者卵的孵化率均达 90%以上，两者间亦无显著差异。

由生命参数的分析结果（表 3）可知，取食玉米和高粱叶片的草地贪夜蛾平均世代周期（T）分别为（28.84±0.68）d 和（29.81±0.82）d，两者间无显著差异。取食玉米的草地贪夜蛾种群净增殖率（R_0）为（415.93±69.69），显著地高于取食高粱的净增殖率（372.45±34.70）（P<0.05）。取食玉米的周限增长率（λ）亦显著地高于取食高粱的（P<0.05）。此外，两者内禀增长率（r_m）之间亦无显著差异。

表 2 取食玉米和高粱的草地贪夜蛾成虫寿命及繁殖能力

Table 2 Adults longevity and reproductive ability of *Spodoptera frugiperda* fed on corn and sorhgum

寄主 Hosts	蛹重（mg） Pupal weight (mg)	产卵前期（d） Pre-oviposition period (d)	雌成虫寿命（d） Female adult longevity (d)	雄成虫寿命（d） Male adult longevity (d)	单雌产卵量（粒） Number of eggs laid per female	卵孵化率（%） Hatching rate (%)
玉米 Corn	184.65±1.19 a（89）	2.93±0.76 a（77）	7.95±0.86 a（36）	6.78±0.59 a（41）	1 023.82±155.80 a（29 对）	95.11±0.89 a（300）
高粱 Sorhgum	182.30±2.04 a（77）	3.41±0.20 a（76）	8.85±0.69 a（30）	6.95±1.11 a（46）	927.00±85.02 b（17 对）	93.75±0.31 a（300）

表 3 取食玉米和高粱的草地贪夜蛾生命表参数

Table 3 Life table parameters of *Spodoptera frugiperda* fed on corn and sorhgum

寄主 Hosts	平均世代周期 T（d） Mean generation time T (d)	净增殖率 R_0 Net reproductive rate R_0	内禀增长率 r_m（d^{-1}） Intrinsic rate of increase r_m(d^{-1})	周限增长率 λ（d^{-1}） Finite rate of increase λ (d^{-1})
玉米 Corn	28.84±0.68 a	415.93±69.69 a	0.208 9±0.005 6 a	1.232 3±0.006 9 a
高粱 Sorhgum	29.81±0.82 a	372.45±34.70 b	0.198 6±0.006 8 a	1.219 7±0.008 3 b

3　讨论

目前，草地贪夜蛾已是我国玉米生产上的重要害虫之一（姜玉英等，2019a），严重威胁着我国的粮食安全。加之我国疆域辽阔，作物种植制度极为复杂，又为草地贪夜蛾提供了丰富的寄主资源。因此当下，亟须摸清和明确草地贪夜蛾的寄主适合度以及寄主间的转移规律。在自然界中，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主互作间最原始的生态关系，其中寄主植物的营养成份和植物挥发物成份直接影响着昆虫对寄主植物的选择（Thompson，1988）。本文研究结果表明，草地贪夜蛾偏好在幼嫩玉米叶片背面产卵，且产卵量和卵块数均显著高于寄主高粱，这与前人（Pitre *et al.*，1983；巴吐西等，2019）的研究结果较为一致。黄建荣等（2021）研究表明，草地贪夜蛾在玉米小喇叭口期偏好在叶片正面产卵，在吐丝期偏好在叶片背面产卵，这与本文结果相反。造成这些研究结论的差异，可能与研究环境条件、寄主植物生育期以及营养状况等因素有关。因为通常昆虫会选择寄主营养丰富、环境安全和未被其他害虫及天敌占用的部位产卵，即昆虫对寄主植物不同部位的产卵选择性与寄主植物、昆虫群落及其天敌等营养级的状况有紧密关系（刘芳等，2003）。因此关于草地贪夜蛾对寄主植物的产卵选择性机理方面还需以后许多细致深入的研究。

在昆虫与寄主植物共同进化过程中，昆虫往往习惯选择在营养丰富的寄主植物上产卵，以提高其幼虫存活率，缩短其发育历期（Juárez *et al.*，2014），因此，幼虫的存活率和发育历期是衡量昆虫与寄主适合度的重要指标（Moreau *et al.*，2006）。本研究中，与高粱相比，取食玉米的草地贪夜蛾幼虫 14 d 的平均存活率高，总发育历期短，玉米是草地贪夜蛾更适合的寄主。但草地贪夜蛾取食高粱后亦有较高的幼虫存活率，即表现出一定的寄主适合度，也应引起我们足够的重视。另外，本研究发现，25 ℃条件下，取食 15 d 幼嫩玉米叶片的草地贪夜蛾幼虫发育至 7 龄的比例较高，这可能与寄主植物的理化性状、营养成份以及环境条件等诸多因素有关，而这些也将是以后的研究重点。

昆虫体重变化和食物利用效率常常能更好地反映昆虫对寄主植物的适合度（吕亮等，2020）。本研究结果发现取食玉米的草地贪夜蛾幼虫的体重在取食的前 10 d 均显著高于取食高粱的，且在取食的第 5、第 6 和第 7 天时，取食玉米的草地贪夜蛾幼虫食物利用效率均显著高于取食高粱的。说明草地贪夜蛾幼虫偏好取食玉米，且食物利用效率高于取食高粱的。另外昆虫种群生命表是评价昆虫种群发展趋势及寄主适合度的最好办法之一（Morris and Miller，1954）。而本研究结果表明，取食玉米的草地贪夜蛾种群净增殖率（R_0）显著地高于取食高粱的净增殖率；取食玉米的草地贪夜蛾种群周限增长率 λ 显著地高于取食高粱的；两者的单雌产卵量亦存在显著差异，取食玉米的显著高于取食高粱的草地贪夜蛾种群。即说明草地贪夜蛾种群取食玉米表现出更高的生命表参数，进而取食玉米更有利于草地贪夜蛾的种群发展。

综上分析说明，玉米较高粱具有更高的寄主适合度，但由于草地贪夜蛾取食高粱后，其平均蛹重、卵孵化率、平均世代周期（T）及内禀增长率（r_m）等指标与玉米间无显著差异，其净增殖率（R_0）虽显著低于取食玉米的净增殖率，但达到 372.45±34.70，因此高粱对草地贪夜蛾亦表现出较高的寄主适合度，故而我们在防治草地贪夜蛾时，应加强草地贪夜蛾在高粱上发生为害的监测。特别是我国西南地区，由于玉米和高粱混种复杂，为玉米草地贪夜蛾转移高粱为害提供了便利，因此亟须加强草地贪夜蛾的基础生物学研究，特别是草地贪夜蛾在不同作物寄主间的转移机制方面。以期为我国草地贪夜蛾的科学防控提供理论支撑，从而最终为保障我国的粮食安全作出贡献。

参考文献 (References)

Ba TX, Zhang YH, Zhang Z, Guan DD, Li CC, Ji ZY, Yin XT, Zhang AH, Tang QB, Liu YH, Li XR, Zhu X, 2019. The host preference and population life tables of *Spodoptera frugiperda*

(Lepidoptera: Noctuidae) fed on maize and wheat. *Plant Protection*, 45(1): 17–23. [巴吐西, 张云慧, 张智, 关豆豆, 李翠翠, 季昭云, 殷新田, 张爱环, 汤清波, 刘延辉, 李祥瑞, 朱勋, 2019. 草地贪夜蛾对小麦和玉米的产卵选择性及其种群生命表. 植物保护, 45(1): 17–23.]

Chi H, Liu H, 1985.Two new methods for the study of insect population ecology. *Bull. Inst. Zool. Acad. Sin.*, 24(2): 225–240.

Huang JR, Liu B, Tian CH, Huang B, Zhao WX, Lü GQ, Li GP, Feng HQ, 2021. Spatial distribution of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* egg masses on corn plant. *Plant Protection*, 47(1): 218–221. [黄建荣, 刘彬, 田彩红, 黄博, 赵文新, 吕国强, 李国平, 封洪强, 2021.草地贪夜蛾卵块在玉米植株上的空间分布. 植物保护, 47(1): 218–221.]

Jiang YY, Liu J, Zhu XM, 2019a. Occurrence and future trends of *Spodoptera frugiperda* invasion in China. *China Plant Protection*, 39(2): 33–35. [姜玉英, 刘杰, 朱晓明, 2019a. 草地贪夜蛾侵入我国的发生动态和未来趋势分析.中国植保导刊, 39(2): 33–35.]

Jiang YY, Liu J, Xie MC, Li YH, Yang JJ, Zhang ML, Qiu K, 2019b. 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, 2019b. 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.]

Juráez ML, Schöfl G, Vera MT, Vilardi JC, Murúa MG, Willink E, Hänniger S, Heckel DG, Groot AT, 2014. Population structure of *Spodoptera frugiperda* maize and rice host forms in South America: Are they host strains? *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 152(3): 182–199.

Li HC, Wang Z, Chen YL, 1987. Food consumption and utilization by three species of Acridoids (adult stage) in typical stepp. *Acta Ecologica Sinica*, 7(4): 331–337. [李鸿昌, 王征, 陈永林, 1987. 典型草原三种蝗虫成虫期的食物消耗量及其利用的初步研究. 生态学报, 7(4): 331–337.]

Liu B, Huang B, Zhao J, Huang JR, Zhao WX, Lv GQ, Li GP, Feng HQ, 2020. Occurrence of *Spodoptera frugiperda* in Xinxiang city, Henan province in autumn 2019. *Plant Protection*, 46(5): 181–185. [刘彬, 黄博, 赵军, 黄建荣, 赵文新, 吕国强, 李国平, 封洪强, 2020. 2019 年秋季河南新乡草地贪夜蛾发生调查. 植物保护, 46(5): 181–185.]

Liu F, Lou YG, Cheng JA, 2003. Herbivory insect induced plant volatiles: Evolutionary products of plant-herbivore-nature enemy interactions. *Entomological Knowledge*, 40(6): 481–486. [刘芳, 娄永根, 程家安, 2003.虫害诱导的植物挥发物: 植物与植食性昆虫及天敌相互作用的进化产物. 昆虫知识, 40(6): 481–486.]

Lv L, Li YQ, Chen CL, Chang XQ, Zhang S, Xu D, Wan P, 2020. Comparison of the feeding and growth characteristics of larvae of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), on corn and wheat. *Acta Entomologica Sinica*, 63(5): 597–603. [吕亮, 李雨晴, 陈从良, 常向前, 张舒, 许冬, 万鹏, 2020. 草地贪夜蛾幼虫在玉米和小麦上的取食和生长发育特性比较. 昆虫学报, 63(5): 597–603.]

Moreau J, Benrey B, Thiéry D, 2006. Grape variety affects larval performance and also female reproductive performance of the European grapevine moth *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Bulletin of Entomological Research*, 96(2): 205–212.

Morris RF, Miller CA, 1954.The development of life table for the spruce bud worm. *Canadian Journal of Zoology*, 32(4): 283–301.

Montezano DG, Specht A, Sosa-gómez DR, Roque-specht VF, Hunt T, 2018. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*, 26(2): 286–301.

Pitre HN, Mulroony JE, Hogg DB, 1983. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition: Crop preferences and egg distribution on plants. *Journal of Economic Entomology*, 76(3): 463–466.

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.

Wu ZW, Shi PQ, Zeng YH, Huang WF, Huang QZ, Ma XH, Guo LZ, 2019. Population life table of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on three host plants. *Plant Protection*, 45(6): 59–64. [吴正伟, 师沛琼, 曾永辉, 黄炜锋, 黄勤知, 马新华, 郭良珍, 2019. 3 种寄主植物饲养的草地贪夜蛾种群生命表. 植物保护, 45(6): 59–64.]

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. [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.]

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]

Zou JQ, Wang YQ, Ke FL, 2020. Development status and prospect of sorghum industry in China. *Journal of Shanxi Agricultural University* (*Nature Science Edition*), 40(3): 2–8. [邹剑秋, 王艳秋, 柯福来, 2020. 高粱产业发展现状及前景展望. 山西农业大学学报(自然科学版), 40(3): 2–8.]