

成虫期补充不同营养对草地贪夜蛾繁殖力的影响

房敏[#], 姚领[#], 李晓萌, 唐庆峰^{*}

(安徽农业大学植物保护学院, 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 本文研究了补充不同营养对草地贪夜蛾成虫寿命及生殖力的影响, 为草地贪夜蛾的人工饲养及种群动态的预测预报提供理论依据。在温度(25±1)℃, 湿度70%±5%, 光照L//D=16 h//8 h的养虫室, 分别以6种不同营养物和蒸馏水对成虫补充营养, 观察记录成虫产卵期、成虫寿命、产卵量及卵孵化率。结果表明: 补充蒸馏水的处理组产卵前期显著短于其他处理组; 10%蜂蜜水及10%蔗糖水处理组的产卵期及雌成虫寿命均显著长于其他处理组; 且10%蜂蜜水处理组的产卵量及卵孵化率最高, 分别为983.20粒和98.07%。综合以上结果: 室内饲养草地贪夜蛾时, 成虫期营养补充以10%蜂蜜水为最佳。

关键词 补充营养; 草地贪夜蛾; 成虫寿命; 生殖力

中图分类号: S 435.132 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019610

Influence of different nutrition supplement in adult stage on reproductive capacity of *Spodoptera frugiperda*

FANG Min[#], YAO Ling[#], LI Xiaomeng, TANG Qingfeng^{*}

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

Abstract In order to provide theoretical basis for artificial rearing and prediction of population dynamics of *Spodoptera frugiperda*, the effects of different nutrition supplementation on adult longevity and fecundity were studied. In a rearing room with a temperature of (25±1)℃, humidity 70%±5%, L//D=16 h//8 h, the adult longevity, fecundity and egg hatching rates of *S. frugiperda* were recorded using six different nutrients and distilled water as a nutritional supplement. The results showed that the pre-oviposition period of the adults supplied with distilled water was significantly shorter than that of other treatments, and the oviposition period and the female adult longevity the adults treated with 10% honey water and 10% sucrose water were significantly longer than other groups. And the adults supplied with 10% honey water possessed the highest fecundity and hatchability, which were 983.20 eggs per female and 98.07%, respectively. In conclusion, 10% honey water was the best choice for indoor breeding of *S. frugiperda*.

Key words supplementary nutrition; *Spodoptera frugiperda*; adult longevity; reproductive capacity

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* 又称秋黏虫(英文名 fall armyworm), 是广泛分布于美洲大陆且迁飞能力较强的毁灭性农业害虫^[1-3]。草地贪夜蛾幼虫可取食玉米、水稻、小麦、棉花等 300 多种寄主作物^[4-5]。自 2019 年 1 月云南省首次发现该虫为害玉米以来^[6], 其发生为害地区逐渐扩大, 目前已有 20 多个省(区)发现草地贪夜蛾^[7-8]。由于我国南北

地区多种草地贪夜蛾的寄主作物的生育期递次推移^[9-10], 为其种群迁移提供充足条件, 草地贪夜蛾将成为类似黏虫的周年循环发生的重大害虫。基因分析表明入侵我国的草地贪夜蛾群体可能来自水稻型母本和玉米型父本杂交的后代, 在长期演化过程中玉米型基因占主导地位, 成为一种特殊的玉米型群体^[11]。目前, 草地贪夜蛾的研究已从田间发生规

收稿日期: 2019-11-08 修订日期: 2019-11-12

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0201203); 安徽省高校自然科学研究重点项目(KJ2019A0193); 安徽省高校优秀青年人才支持计划重点项目(gxyqZD2016035); 安徽省学术和技术带头人后备人选科研活动经费资助项目(2017H107)

* 通信作者 E-mail: tangqf55@163.com

为并列第一作者

律、应急性防治技术等方面^[12-14]发展到生理生化水平、基因水平上的生物学特性、生物防治研究等方面^[15-16]。草地贪夜蛾属新暴发害虫,其基础生物学、生态学、越冬特征、抗药性检测等方面有待深入研究,而草地贪夜蛾实验种群的建立将为这些研究奠定基础。

草地贪夜蛾室内种群饲养研究已有报道。李子园等^[17]探讨了3种人工饲料对草地贪夜蛾生长发育及繁殖力的影响;鲁智慧等^[18]研究了温度对草地贪夜蛾生长发育及繁殖的影响。但是,目前尚未发现成虫期营养的补充对草地贪夜蛾室内种群繁殖力影响的相关报道。有关研究发现,室内种群饲养过程中成虫期营养将影响成虫寿命、产卵量等^[19]。Hirai^[20]研究东方黏虫时发现雌虫取食蜂蜜液时卵巢开始发育,当羽化后1~2 d饥饿处理,则会推迟交配;Gunn等^[21]研究发现非洲黏虫食物中的蔗糖能延长成虫寿命并提高其繁殖力;Boggs^[22]研究发现,鳞翅目昆虫羽化时雌成虫卵细胞未发育成熟,成虫期补充营养决定产卵量的多少。因此,本文研究草地贪夜蛾室内种群饲养过程中,成虫期补充不同营养对成虫寿命、产卵期及产卵量的影响,为完善草地贪夜蛾实验种群的饲养提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料及供试虫源

槐花蜜,安徽农业大学蜂业研究所研制,安徽余健蜂业科技有限公司生产;蔗糖,合肥鹤松工贸有限公司;玉米(‘郑单958’)枯叶采自温室大棚,采集后自然晾干,备用。

供试草地贪夜蛾 2019 年 6 月采自安徽省合肥市肥西县花岗镇孙集玉米田,在温度(25±1)℃,湿度 70%±5%,光照 L//D=16 h//8 h 的养虫室恒定条件下继代饲养。幼虫饲喂人工饲料,化蛹后区分雌雄蛹,分别放入养虫盒内待其羽化后供试。

1.2 试验设计

将当日羽化的成虫配对后单对放入 500 mL 锥形瓶中,瓶底放置半干枯玉米叶供其产卵,并用纱布封口。试验设计为羽化后逐日分别饲喂 5% 蜂蜜水、10% 蜂蜜水、15% 蜂蜜水、5% 蔗糖水、10% 蔗糖水、15% 蔗糖水和蒸馏水 7 个处理的营养液。用同等大小的脱脂棉蘸取营养液悬挂于锥形瓶中。每天更换脱脂棉、玉米枯叶及纱布,统计玉米枯叶和纱布上卵数量,记录开始产卵日期,终止产卵日期及雌雄虫死亡日期。每处理 15 对成虫。

1.3 数据处理

使用 Excel 对原始数据进行统计,用 DPS 进行单因素试验统计分析,采用 Duncan 氏新复极差法检验多重比较各处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 补充不同营养对草地贪夜蛾成虫产卵期及寿命的影响

从表 1 中可以看出,营养物质的种类和浓度对成虫产卵期及成虫寿命有影响。补充蒸馏水组的产卵期前期、产卵期及雌成虫寿命显著短于其他处理组;补充 10% 蜂蜜水组的产卵前期、产卵期显著长于其他处理组,且雌成虫寿命最长,为 11.31 d;补充 15% 蜂蜜水组其产卵期与补充 10% 蜂蜜水组差异不显著,但其雌成虫寿命较短。

表 1 成虫补充不同营养对草地贪夜蛾产卵期及成虫寿命的影响¹⁾

处理 Treatment	产卵前期/d Preoviposition period	产卵期/d Oviposition period	成虫寿命/d Adult longevity	
			雌 Female	雄 Male
蒸馏水 Distilled water	(3.48±0.14)d	(2.95±0.06)c	(7.26±0.12)e	(6.20±0.06)b
5%蜂蜜水 5% Honey water	(5.12±0.12)c	(3.45±0.16)b	(9.67±0.13)c	(7.78±0.14)ab
10%蜂蜜水 10% Honey water	(5.58±0.16)a	(4.02±0.16)a	(11.31±0.10)a	(8.80±0.17)a
15%蜂蜜水 15% Honey water	(5.20±0.16)bc	(3.65±0.15)ab	(9.40±0.09)cd	(9.18±0.10)b
5%蔗糖水 5% Sucrose water	(5.08±0.10)c	(3.36±0.18)b	(9.23±0.09)d	(7.77±0.20)ab
10%蔗糖水 10% Sucrose water	(5.54±0.12)ab	(3.98±0.08)a	(10.60±0.17)b	(8.70±0.21)a
15%蔗糖水 15% Sucrose water	(5.09±0.04)c	(3.44±0.11)b	(9.18±0.10)d	(7.32±0.08)ab

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 letters are significantly different (P<0.05). The same applies below.

2.2 补充不同营养对成虫产卵量及卵孵化率的影响

成虫期补充营养对草地贪夜蛾单雌产卵量及卵孵化率的影响如表 2 所示:补充 10%蜂蜜水组单雌产卵量显著高于其他处理组,为 983.20 粒;补充蒸馏水组单雌产卵量显著低于其他理组;补充 10%蜂蜜水与补充 10%蔗糖水的处理组卵孵化率均高于其他处理组。

表 2 成虫补充不同营养对草地贪夜蛾产卵量及卵孵化率的影响

Table 2 Effect of different nutrition supplement for adults on the oviposition and hatchability of *Spodoptera frugiperda*

处理 Treatment	平均单雌产卵量/粒 No. of egg laid	卵孵化率/% Hatching rate
蒸馏水 Distilled water	(576.00±28.74)e	(91.11±0.35)e
5%蜂蜜水 5% Honey water	(768.60±15.99)d	(94.07±0.70)c
10%蜂蜜水 10% Honey water	(983.20±9.78)a	(98.07±0.33)a
15%蜂蜜水 15% Honey water	(835.80±16.21)c	(96.14±0.19)b
5%蔗糖水 5% Sucrose water	(745.20±9.67)d	(92.65±0.30)d
10%蔗糖水 10% Sucrose water	(900.80±29.92)b	(97.26±0.35)ab
15%蔗糖水 15% Sucrose water	(791.60±9.08)cd	(95.01±0.28)c

3 讨论

补充营养对许多昆虫,尤其是鳞翅目昆虫的寿命和生殖力具有重要作用,这已经在很多昆虫研究中得到证实^[23-25]。本研究发现,补充蒸馏水的处理组其产卵前期及产卵期显著短于其他处理组,王竑晟等^[26]在研究中发现甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 取食清水处理的产卵前期短于取食槐花蜜的处理,且产卵期较短。本研究中,补充 10%蜂蜜水及 10%蔗糖水的处理组雌成虫寿命显著长于其他处理组,这与严珍等^[27]研究黄野螟 *Heortia vitessoides*、张昌容等^[28]研究南方小花蝽 *Orius similis* 的补充营养对成虫寿命的影响的结论一致。本研究发现,补充 15%蜂蜜水或 15%蔗糖水,其产卵期及成虫寿命反而减短,顾新丽等^[29]研究中也提到类似结果;因此推测,取食的营养浓度越高越不利于营养的转化,从而对草地贪夜蛾成虫生长造成不利的影响,即并不是浓度越高对草地贪夜蛾成虫寿命越有利。

营养是影响雌虫生殖能力的重要因素^[30-31]。有研究表明,幼虫期营养是决定雌蛾潜在繁殖力的基础,而成虫期补充营养在将潜在繁殖力转化成实际繁殖力中发挥主要作用^[32]。本研究结果表明,草地贪夜蛾成虫产卵量和卵孵化率均以 10%蜂蜜水的

处理最高,可能是蜂蜜的成分复杂,除主要的糖类外,还有氨基酸、酶、维生素以及蜜蜂采集时带来的花粉等物质,能有效满足草地贪夜蛾生殖所需的各种营养物质;其次为补充 10%蔗糖水的处理组,而补充 15%蜂蜜水及 15%蔗糖水的处理组产卵量及卵孵化率均低于 10%蔗糖水的处理组,此结果同党志红等^[33]二点委夜蛾 *Athetis lepigone* 取食较高浓度蜂蜜水补充营养,其产卵量及卵孵化率均低于取食较低浓度蜂蜜水的处理组结果一致。但也有不同的研究结论,如江幸福等^[34]报道,成虫期营养对甜菜夜蛾 *S. exigua* 生殖并无影响,吴孔明等^[30]认为,棉铃虫 *Helicoverpa armigera* 幼虫取食饲料时,成虫期有无补充营养对其产卵量并无影响。笔者认为这种情况属于特例,不是普遍现象。

总的来说,补充不同营养对草地贪夜蛾成虫产卵期、雌成虫寿命及产卵量均有一定的影响。以补充 10%蜂蜜水的效果最佳,可显著提高草地贪夜蛾成虫产卵量及卵孵化率,能够为室内试验进一步研究提供丰富的虫源。

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]. The Florida Entomologist, 1979, 62(2): 82-87.

[3] 王磊,陈科伟,钟国华,等. 重大入侵害虫草地贪夜蛾生危害、防控研究进展及防控策略探讨[J]. 环境昆虫学报, 2019, 41(3): 479-487.

[4] PASHLEY D P. Host-associated genetic differentiation in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): a sibling species complex? [J]. Annals of the Entomological Society of America, 1986, 79: 898-904.

[5] JOHNSOM S.J. Migration and life history strategy of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in the Western Hemisphere [J]. International Journal of Tropical Insect Science, 1987, 8: 543-549.

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

[7] 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.

[8] 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.

[9] 陈甜,肖海峰. 中国粮食作物地理集聚的时空演化及效应分析[J]. 农业经济与管理, 2014(4): 35-41.

- 各地要立即开展调查监测[R]. 植物病虫情报, 2019 第 7 期, 2019-01-18.
 - [5] 刘杰,姜玉英,李虎,等. 草地贪夜蛾为害甘蔗初报[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(6): 35-36.
 - [6] 顾偲铖,唐运林,吴燕燕,等. 重庆地区取食高粱的草地贪夜蛾与玉米粘虫肠道细菌比较[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2019, 41(8): 6-13.
 - [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] 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.
 - [9] 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.
 - [10] 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.
 - [11] 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.
 - [12] 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.
 - [13] 巴吐西,张云慧,张智,等. 草地贪夜蛾对小麦和玉米的产卵选择性及种群生命表[J]. 植物保护, 2020, 46(1): 17-23.
 - [14] 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.
 - [15] 崔丽,芮昌辉,李永平,等. 国外草地贪夜蛾化学防治技术的研究与应用[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 7-13.
 - [16] PRASSANNA B M, HUESING J E, EDDY R, et al. Fall armyworm in Africa, A guide for integrated pest management [R]. Mexico, CDMX: CIMMYT, 2018.
 - [17] 赵胜园,孙小旭,张浩文,等. 常用化学杀虫剂对草地贪夜蛾效应的室内测定[J]. 植物保护, 2019, 45(3): 10-14.
 - (责任编辑: 杨明丽)
-
- (上接 195 页)
- [10] 肖卫东. 中国种植业地理集聚的空间统计分析[J]. 经济地理, 2014, 34(9): 124-129.
 - [11] 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.
 - [12] 孙小旭,赵胜园,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.
 - [13] 王菁,阿衣加玛丽·库都热提. 草地贪夜蛾的识别与防控技术[J]. 新疆农业科技, 2019(2): 31-32.
 - [14] 黄红蕾. 草地贪夜蛾防控技术[J]. 乡村科技, 2019(16): 88-89.
 - [15] 常亚军,廖永林,蒋兴川,等. 草地贪夜蛾及其功能基因组学的研究进展[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 1-7.
 - [16] 类承凤,姜干明,彭玲,等. 亚洲玉米螟核型多角体病毒分离株鉴定及其对草地贪夜蛾的室内毒力测定[J]. 中国生物防治学报, 2019, 35(5): 741-746.
 - [17] 李子园,戴钊萱,邝昭琅,等. 3 种人工饲料对草地贪夜蛾生长发育及繁殖力的影响[J]. 环境昆虫学报, 2019, 41(6): 1147-1154.
 - [18] 鲁智慧,和淑琪,严乃胜,等. 温度对草地贪夜蛾生长发育及繁殖的影响[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 27-31.
 - [19] MORALES-RAMOS J A, ROJAS M G, KING E G. Significance of adult nutrition and oviposition experience on longevity and attainment of full fecundity of *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae)[J]. Annals of the Entomological Society of America, 1996, 89(4): 555-563.
 - [20] HIRAI K. Ascending flights for migration of the oriental armyworm, *Pseudaletia separata* [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2011, 58(1): 31-36.
 - [21] GUNN A, GATEHOUSE A G. Effects of the availability of food and water on reproduction in the African armyworm, *Spodoptera exempta* [J]. Physiological Entomology, 2010, 10(1): 53-63.
 - [22] BOGGS C L. Reproductive strategies of female butterflies: variation in the constraints on fecundity [J]. Ecological Entomology, 2010, 11(1): 7-15.
 - [23] 况美华,刘曙雯,嵇保中,等. 取食针叶的桃蛀螟越冬状况调查和生物学特性[J]. 昆虫知识, 2009, 46(4): 569-573.
 - [24] 辛海萍,张金桐,宗世祥,等. 油松球果螟羽化节律和成虫生殖行为观察[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2012, 32(1): 12-17.
 - [25] 王国兴,嵇保中,刘曙雯,等. 微红梢斑螟发育进度和成虫行为的初步研究[J]. 中国森林病虫, 2010, 29(1): 1-4.
 - [26] 王竑晟,徐洪富,崔峰,等. 高温处理对甜菜夜蛾雌虫成虫期生殖力及卵巢发育的影响[J]. 西南农业学报, 2006, 19(5): 916-919.
 - [27] 严珍,岳建军. 温度及补充营养对黄野螟生长发育和繁殖的影响[J]. 热带作物学报, 2019, 40(9): 1789-1795.
 - [28] 张昌容,邹军锐,郑珊珊,等. 添加蜂蜜水对南方小花蝽生长发育和繁殖的影响[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(8): 96-99.
 - [29] 顾新丽,张礼生,陈红印,等. 补充外源营养对豌豆潜蝇姬小蜂寿命的影响[J]. 植物保护, 2010, 36(3): 89-92.
 - [30] 吴孔明,郭予元. 营养和幼期密度对棉铃虫飞翔能力的影响[J]. 昆虫学报, 1997, 40(1): 51-57.
 - [31] 潘永振,陈宗麒,缪森. 补充营养对小菜蛾寿命及繁殖力的影响[J]. 云南农业科技, 2000(4): 17-18.
 - [32] 王竑晟,徐洪富,崔峰. 成虫期营养对甜菜夜蛾生殖力及卵巢发育的影响[J]. 西南农业学报, 2004, 17(1): 34-37.
 - [33] 党志红,李耀发,安静杰,等. 成虫期补充不同营养对二点委夜蛾实验种群繁殖力的影响[J]. 中国植保导刊, 2017, 37(8): 13-16.
 - [34] 江幸福,罗礼智,胡毅. 成虫期营养对甜菜夜蛾生殖和飞行的影响[J]. 植物保护学报, 2000, 27(4): 327-332.
 - (责任编辑: 杨明丽)