华南农业大学学报 2018, 39(3): 48-53
Journal of South China Agricultural University
http://xuebao.scau.edu.cn
doi: 10.7671/j.issn.1001-411X.2018.03.008

黄芊, 蒋显斌, 凌炎, 等. 劳氏黏虫在 4 种寄主植物上的生长发育和繁殖[J]. 华南农业大学学报, 2018, 39(3): 48-53.

劳氏黏虫在 4 种寄主植物上的生长发育和繁殖

黄　芊[1]，蒋显斌[1]，凌　炎[2]，蒋　婷[1]，陈玉冲[3]，龙　迪[4]，符诚强[1]，
吴碧球[2]，黄所生[2]，李　成[2]，黄凤宽[2]，龙丽萍[1]

(1 广西农业科学院 水稻研究所/广西水稻遗传育种重点实验室，广西 南宁 530007；
2 广西农业科学院 植物保护研究所/广西作物病虫害生物学重点实验室，广西 南宁 530007；
3 广西农业科学院，广西 南宁 530007；4 广西大学 农学院，广西 南宁 530005)

摘要:【目的】明确寄主植物对劳氏黏虫 *Leucania loreyi* (Duponchel) 生长发育和繁殖的影响。【方法】在温度 (24±l) ℃、湿度 (75±5)%、光周期为 12 h 光∶12 h 暗的室内条件下，分别以玉米、水稻、甘蔗和稗草叶片为寄主植物，观察劳氏黏虫各虫态发育历期、存活率、蛹质量、成虫繁殖力并计算生命表参数。【结果】劳氏黏虫幼虫历期取食玉米时间最短，为 20.18 d，取食甘蔗时间最长，为 25.24 d。非成虫期存活率在玉米上最高 (68%)，在稗草上最低 (58%)；雌成虫蛹质量以取食玉米的最高 (32.43 mg)，取食稗草的最低 (22.61 mg)；取食玉米的产卵量最多，单雌产卵量为 1 019.42 粒，取食甘蔗的产卵量最少，单雌产卵量为 665.27 粒。劳氏黏虫在玉米、水稻、甘蔗和稗草上的内禀增长率 (r_m) 分别为 0.13、0.12、0.10 和 0.10，净增殖率 (R_0) 分别为 226.54、211.48、153.71 和 171.85。【结论】在 4 种寄主植物中，玉米为劳氏黏虫最优寄主，其次是水稻，甘蔗和稗草可作为寄主或中间寄主。

关键词: 劳氏黏虫；寄主植物；生长发育；繁殖；生命表参数
中图分类号: S433.4；Q968　　**文献标识码:** A　　**文章编号:** 1001-411X(2018)03-0048-06

Growth, development and reproduction of *Leucania loreyi* (Duponchel) on four host plants

HUANG Qian[1], JIANG Xianbin[1], LING Yan[2], JIANG Ting[1], CHEN Yuchong[3], LONG Di[4], FU Chengqiang[1], WU Biqiu[2], HUANG Suosheng[2], LI Cheng[2], HUANG Fengkuan[2], LONG Liping[1]

(1 Rice Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences/Guangxi Key Laboratory of Rice Genetics and Breeding, Nanning 530007, China; 2 Plant Protection Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences/Guangxi Key Laboratory for Biology of Crop Diseases and Insect Pests, Nanning 530007, China;
3 Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China;
4 College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530005, China)

Abstract:【Objective】To study the influences of four different host plants on the growth, development and reproduction of *Leucania loreyi* (Duponchel) (Lepidoptera: Noctuidae).【Method】Under laboratory conditions of (24±1) ℃, (75±5)% relative humidity and 12 h light∶12 h dark photo period, the larvae of *L. loreyi* were fed on maize (*Zea mays*), rice (*Oryza sativa*), sugarcane (*Saccharum officinarum*) and barnyard grass (*Echinochloa crusgalli*) repectively. The development duration, survival rate, pupal weight and fecundity of *L. loreyi* were

收稿日期: 2017-09-11　　**优先出版日期:** 2018-04-16
优先出版网址: http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20180416.1031.008.html
作者简介: 黄　芊 (1987—)，女，助理研究员，硕士，E-mail: 87542980@qq.com；通信作者：龙丽萍 (1965—)，女，研究员，博士，E-mail: longlp@sohu.com
基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (201403031)；国家自然科学基金 (31560510，31360437)；广西自然科学基金 (2017GXNSFBA198227)；广西农业科学院基本科研业务专项 (桂农科 2018YM15，2016YM30，2015YT18)；广西农业科学院科技发展基金 (桂农科 2017ZX13，2016JZ23，2015JZ53，2015JZ52)

http://xuebao.scau.edu.cn

observed, and the life table parameters were calculated.【Result】The larva growth duration was the shortest when feeding on maize (20.18 d), and the longest when feeding on sugarcane (25.24 d). The survival rate from egg to pupa was the highest when feeding on maize (68%) and the lowest when feeding on barnyard grass (58%). The female pupa was the heaviest when feeding on maize (32.43 mg) and the lightest when feeding on barnyard grass (22.61 mg). The fecundity per female was the highest when feeding on maize (1 019.42 eggs) and the lowest when feeding on sugarcane (665.27 eggs). The intrinsic rate of increase (r_m) of *L. loreyi* was 0.13, 0.12, 0.10 and 0.10 when feeding on maize, rice, sugarcane and barnyard grass respectively, and the net reproduction rate (R_0) was 226.54, 211.48, 153.71 and 171.85 respectively.【Conclusion】Among the four host plants, maize is the optimal host plant for *L. loreyi*, followed by rice. Sugarcane and barnyard grass may serve as hosts or intermediate hosts.

Key words: *Leucania loreyi* (Duponchel); host plant; growth and development; reproduction; life table parameter

劳氏黏虫 *Leucania loreyi* (Duponchel) 属鳞翅目夜蛾科，在我国分布广泛，是黏虫 *Mythimna separata* (Walker) 的近缘种，常与其混杂发生，主要为害玉米 *Zea mays*、水稻 *Oryza sativa* 等禾谷类作物[1]。劳氏黏虫幼虫取食禾本科作物叶片、玉米苞叶及籽实，劳氏黏虫发生严重地块的叶片被食成缺刻甚至仅留叶脉，严重影响作物的产量和品质[2]。由于劳氏黏虫与黏虫形态、为害状相似，在田间调查时易将两者混淆。现已有学者对黏虫和劳氏黏虫的形态特征进行了比较[3-5]，对黏虫的生物学特性、发生规律、危害特点等进行了较为广泛、系统地研究[6-9]，对劳氏黏虫在玉米和水稻上的生物学特性也进行了初步研究[10-11]。

植食性昆虫与寄主植物间存在相互作用的关系[12]。研究表明，植食性昆虫通过视觉、嗅觉、触觉一系列行为来确定寄主植物，寄主植物内存在不同的营养物质和次生代谢产物，这使得植食性昆虫对不同的寄主植物有不同的趋性反应，也影响着昆虫的生长发育和繁殖[13-15]。张勇等[16]研究发现棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner) 在取食不同寄主植物后，幼虫发育历期、蛹质量、成虫繁殖力和寿命等都会发生改变。尹娇等[17]研究表明取食不同寄主植物不仅影响草地螟 *Loxostege sticticalis* L.的生长发育，还影响其产卵量和交配率。相似的，斜纹夜蛾 *Prodenia litura* (Fabricius)、小地老虎 *Agrotis ypsilon* (Rottemberg) 取食不同的寄主植物对幼虫或成虫的生物学特性都存在或多或少的影响[18-19]。然而，有关劳氏黏虫取食不同寄主植物的生物学特性在国内外鲜见有关报道。本研究以禾本科主要作物玉米、水稻和甘蔗 *Saccharum officinarum*，禾本科杂草稗草 *Echinochloa crusgalli*为食料，系统地研究不同寄主植物对劳氏黏虫生长发育及繁殖的影响，为劳氏黏虫的预测预报及防治提供理论依据。

1　材料和方法

1.1　材料

水稻采用感虫水稻品种‘TN1’，由广西农业科学院植物保护研究所提供；甘蔗采用杂交品种‘桂糖 29 号’，由广西农业科学院甘蔗研究所提供；玉米采用杂交玉米品种‘桂单 0810’，由广西农业科学院玉米研究所提供。稗草采自广西农业科学院田间。

劳氏黏虫幼虫采自广西农业科学院水稻田，室内饲养条件为温度 (24±1)℃，湿度 (75±5)%，光周期为 12 h 光∶12 h 暗。劳氏黏虫幼虫用玉米叶饲养繁殖 1 代后，将初孵化的幼虫分别用供试寄主植物饲养，以建立各个寄主植物上的试验种群。各寄主植物上的劳氏黏虫试验种群在繁殖 1 代后，分别取出一定量的初孵幼虫作为供试虫源。

1.2　试验方法

1.2.1　*劳氏黏虫生长发育试验*　取生长发育状况一致的劳氏黏虫初孵幼虫，分别用 4 种寄主植物新鲜叶片单头饲养于养虫杯中 (直径 4.5 cm、高 4 cm)，用纸巾和纱布封口，于人工气候箱内饲养，温度为 (24±1)℃，湿度为 (75±5)%，光照周期为 12 h 光∶12 h 暗，每天更换足量新鲜叶片，每组 (1 种寄生植物即 1 组) 接虫 40 头，重复 3 次。每天 09:00 和 15:00 观察记录各养虫杯内幼虫蜕皮情况和存活情况。幼虫化蛹后第 2 天辨别雌、雄并称取蛹质量。

1.2.2　*劳氏黏虫繁殖力试验*　取不同寄主植物上初羽化的雌、雄虫各 1 头置于塑料杯中 (直径 7.5 cm、高 9 cm)，杯中放蘸有 φ 为 10% 蜂蜜水的棉花球供成虫取食，聚丙烯塑料绳供其产卵，用纱布及皮筋封口，每组重复 10 次，每天更换新鲜蜂蜜水及产卵

http://xuebao.scau.edu.cn

绳，观察并记录其产卵前期、产卵量及成虫寿命，期间若雄虫死亡补充雄虫，直至雌虫死亡。同时，在产卵期间取出一定量的卵块，以观察卵的发育历期与孵化率。

1.2.3 生命表组建 取“1.2.1”和“1.2.2”中寄主植物上雌成虫所产的卵，每株寄主植物取200粒左右，参照“1.2.1”记录卵历期及存活率，待卵孵化后每天记录各个虫期的发育历期和存活率，成虫期交配后参照“1.2.2”每天记录雌成虫产卵量和成虫寿命，通过以上资料参照张孝羲[20]的方法，组建劳氏黏虫在各个寄主植物上的试验种群生命表。

1.3 数据处理

数据处理和分析参照文献[21]的方法，用Microsoft Office Excel 2007和DPS 7.05软件处理数据，百分数数据先反正弦平方根后再进行比较，各处理平均数经过方差分析后采用Duncan's法进行多重比较。

生命表参数种群净增殖率(R_0)、平均世代周期(T)、内禀增长率(r_m)、周限增长率(λ)、种群加倍时间(t_d)的计算公式分别为：

$$R_0 = \sum l_x m_x,$$

$$T = \sum l_x m_x x / R_0,$$

$$r_m = \ln R_0 / T,$$

$$\lambda = e^{r_m},$$

$$t_d = \ln 2 / r_m = 0.693\ 1 / r_m,$$

式中，l_x是在x期开始时的存活概率，m_x表示x期间平均每雌产雌数。

采用Weibull方程[22]描述雌成虫特定年龄存活率，方程公式为：

$$S_p(t) = e^{-(t/b)c},$$

式中，$S_p(t)$为年龄t时的存活率，b为尺度参数，c为形状参数，b和c均大于0。

2 结果与分析

2.1 不同寄主植物对劳氏黏虫发育历期的影响

劳氏黏虫取食4种寄主植物均能完成整个生活史(表1)。不同寄主植物对劳氏黏虫的幼虫发育历期有明显影响(F=39.25，df=3、103，P=0.000)，幼虫发育历期为取食玉米(20.18 d)<取食水稻(21.29 d)<取食稗草(24.84 d)<取食甘蔗(25.24 d)，除取食稗草和甘蔗之间差异不显著外(P>0.05)，其他两两之间均存在显著差异(P<0.05)。劳氏黏虫幼虫期取食不同寄主植物对其预蛹期、蛹期、雌成虫寿命和雄成虫寿命影响不显著(P>0.05)，但取食不同寄主植物后劳氏黏虫育出的卵的发育历期存在差异(F=4.67，df=3、800，P=0.034)，其中以取食玉米所育出的劳氏黏虫卵历期最短，为3.92 d，取食甘蔗的卵历期最长，为5.09 d。因劳氏黏虫在取食不同寄主植物后，卵历期和幼虫历期的差异，导致该虫在全世代周期存在差异(F=6.34，df=3、96，P=0.000 6)，

表1 劳氏黏虫在4种寄主植物上的发育历期[1)]

Tab. 1 Development durations of *Leucania loreyi* on four host plants

发育期	玉米	水稻	甘蔗	稗草
卵期	3.92±0.19b	4.27±0.27ab	5.09±0.37a	4.40±0.27ab
1龄幼虫	4.68±0.13b	4.89±0.14b	5.61±0.15a	5.41±0.15a
2龄幼虫	2.37±0.08b	2.67±0.12b	3.26±0.12a	3.25±0.13a
3龄幼虫	2.62±0.13b	2.72±0.13b	3.17±0.15a	3.26±0.17a
4龄幼虫	2.47±0.09b	2.58±0.11b	3.34±0.17a	3.07±0.17a
5龄幼虫	2.58±0.11c	3.00±0.17bc	3.50±0.15a	3.39±0.19ab
6龄幼虫	5.33±0.19b	5.28±0.24b	6.15±0.28a	5.81±0.25ab
全幼虫期	20.18±0.24c	21.29±0.45b	25.24±0.28a	24.84±0.32a
预蛹期	2.07±0.05a	2.11±0.06a	2.20±0.08a	2.08±0.06a
蛹期	11.59±0.22a	11.62±0.25a	12.08±0.35a	11.83±0.32a
产卵前期	3.83±0.32b	4.18±0.35ab	5.00±0.30a	4.90±0.35a
雌成虫寿命	11.42±0.78a	11.18±0.30a	10.55±0.39a	10.10±0.43a
雄成虫寿命	12.27±0.36a	12.33±0.51a	11.46±0.57a	11.08±0.50a
全世代	45.67±0.59b	46.85±0.70b	50.58±0.44a	51.35±2.13a

1)同行数据后凡具有一个相同字母者，表示不同寄主植物间差异不显著(P>0.05，Duncan's法)

http://xuebao.scau.edu.cn

在玉米和水稻上的全世代周期无显著差异 (P>0.05), 但显著短于取食甘蔗和稗草 (P<0.05), 且在甘蔗组和稗草组之间差异不显著 (P >0.05)。

2.2　寄主植物对劳氏黏虫卵、幼虫、蛹、雌成虫存活率的影响

劳氏黏虫整个卵期、幼虫期和蛹期的存活率以在稗草和甘蔗上的较低 (图 1), 但仍分别有 58% 和 60% 的卵能发育成成虫, 在玉米和水稻上分别有 68% 和 65% 的卵能发育为成虫。并且从图 1 中还可看出, 在各寄主植物上从卵到发育成成虫期间的死亡主要发生在卵期和低龄幼虫期。

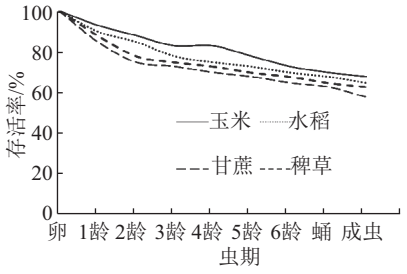


图 1　劳氏黏虫在寄主植物上的存活率

Fig. 1　Survival rates of *Leucania loreyi* on four host plants

对雌成虫的存活率采用 Weibull 模型进行拟合 (图 2), 各寄主植物上雌成虫实际存活率均能与 Weibull 模型较好拟合, 且其形状参数 (c) 均大于 1, 这表明雌成虫在 4 种寄主植物上大多能实现平均寿命。

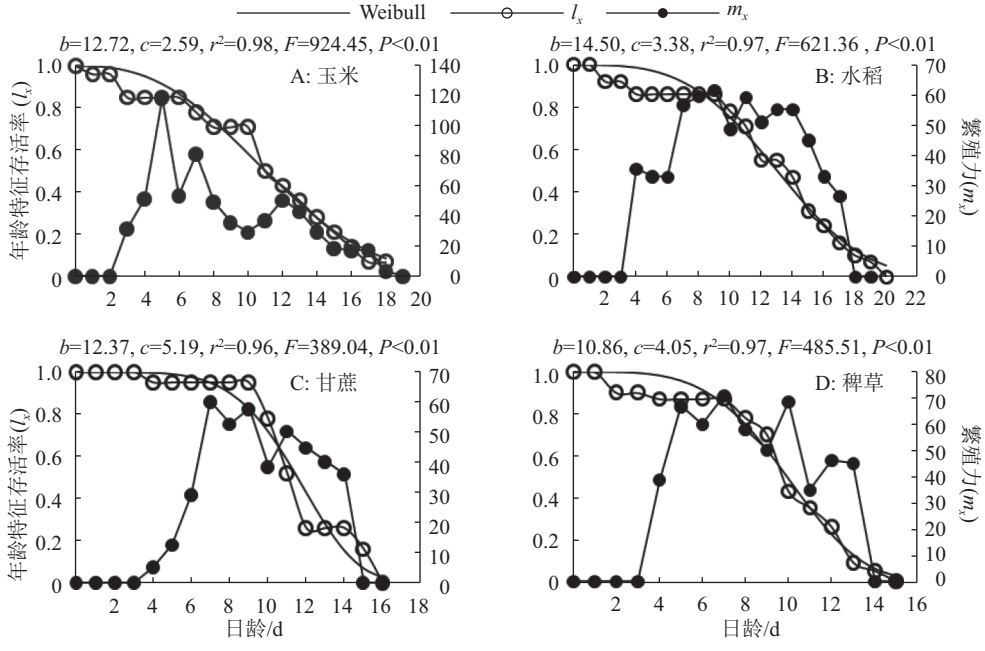
2.3　寄主植物对劳氏黏虫产卵量、卵孵化率及蛹质量的影响

从雌成虫特定年龄产雌率曲线可以看出每日平均产雌数的动态变化 (图 2), 以玉米为寄主的劳氏黏虫雌虫 m_x 曲线高峰来的最早, 在第 5 天达到高峰, 而在其余 3 种寄主植物上的 m_x 曲线都会出现 1 个以上的高峰, 这表明雌虫在产卵时间分布上存在较大的个体差异。并且, 以稗草和甘蔗为寄主时, 雌成虫的产卵历期较以玉米和水稻为寄主的短。

从表 2 可知, 幼虫期食物对雌成虫产卵量 (F=5.53, df=3、40, P=0.003) 和卵孵化率 (F=12.46, df=3、962, P=0.000) 有显著影响。幼虫期取食玉米的雌虫, 其单雌产卵量最多 (1019.42 粒), 卵孵化率最高 (93.59%), 均显著高于甘蔗组和稗草组 (P< 0.05), 但与水稻组差异不显著 (P>0.05)。取食不同寄主植物的幼虫化蛹后, 其雌、雄虫蛹质量均表现为玉米>水稻>甘蔗>稗草, 并且存在显著差异 (P<0.05), 其中在稗草上雌成虫蛹质量最低, 为 22.61 mg。

2.4　寄主植物对劳氏黏虫种群增长的影响

在温度为 (24±1)℃, 湿度为 75%±5%, 光照周期为 12 h 光∶12 h 暗的饲养条件下, 劳氏黏虫分别取食玉米、水稻、甘蔗和稗草后, 得到表 3 的生命表参数。从表 3 中可以看出, 劳氏黏虫取食玉米叶时, 净增殖率 (R_0)、内禀增长率 (r_m) 和周限增长率 (λ) 最高, 分别为 226.54、0.13 和 1.13, 世代平均周期和种群加倍时间最短 (t_d), 分别为 43.14 和 5.51,



图中 b、c 分别为 Weibull 模型的尺度参数、形状参数

图 2　雌成虫特定年龄存活率和繁殖力

Fig. 2　Survival rate and reproductive capacity of *Leucania loreyi* females at different age

http://xuebao.scau.edu.cn

表 2 劳氏黏虫取食 4 种寄主植物对产卵量、孵化率及蛹质量的影响

Tab. 2 Effects of four host plants on the fecundity, hatching rate and pupal weight of *Leucania loreyi*

寄主植物	单雌产卵量/粒	孵化率/%	$m_{蛹}$/mg	
			雌虫	雄虫
玉米	1 019.42±95.22a	93.59±0.93a	32.43±0.36a	35.49±0.39a
水稻	999.73±52.01ab	92.54±0.85a	28.82±0.67b	31.84±0.82b
甘蔗	665.27±60.71c	86.98±1.61b	25.40±0.84c	28.14±0.62c
稗草	790.50±71.03bc	87.56±1.56b	22.61±0.69d	24.46±0.62d

1)同列数据后凡具有一个相同字母者,表示差异不显著(P>0.05, Duncan's 法)

表 3 不同寄主植物上劳氏黏虫的生命表参数

Tab. 3 The life table parameters of *Leucania loreyi* on different host plants

寄主植物	净增殖率(R_0)	世代平均周期(T)	内禀增长率(r_m)	周限增长率(λ)	种群加倍时间(t_d)
玉米	226.54	43.14	0.13	1.13	5.51
水稻	211.48	46.30	0.12	1.12	5.99
甘蔗	153.71	52.83	0.10	1.10	7.27
稗草	171.83	49.20	0.10	1.11	6.63

取食水稻叶次之,接下来是稗草,最后是甘蔗。劳氏黏虫在 4 种寄主植物上的内禀增长率 (r_m) 都大于 0,表明种群均能够快速增长。在甘蔗上的净增殖率 (R_0) 最低,但每经过 1 个世代种群仍能增殖 153.71 倍。

3 讨论与结论

田间调查发现劳氏黏虫在广西地区分布广泛。姜玉英等[23]研究认为黏虫的发生面积与黏虫优异寄主小麦、玉米、水稻 3 种作物的种植面积有直接关系。从广西作物的种植情况来看,2016 年禾本科作物种植面积居前 3 位的分别是水稻 (198.39×10^4 hm^2)、甘蔗 (97.37×10^4 hm^2) 和玉米 (62.26×10^4 hm^2)[24]。因此,本研究选取水稻、甘蔗和玉米以及田间常见的禾本科杂草稗草作为劳氏黏虫的食料,研究劳氏黏虫在这 4 种寄主植物上的生长发育及繁殖能力。

食物营养对昆虫的生长发育及生殖能力产生很大影响[25-26]。本试验结果表明,劳氏黏虫取食不同寄主植物后其幼虫历期和成虫繁殖力均表现出一定的差异。在 3 种禾本科作物之间,劳氏黏虫取食玉米后,其幼虫发育历期最短,非成虫期存活率最高、雌成虫寿命最长、单雌产卵量最大,其次是取食水稻,最后是甘蔗,这一结果与吴荣宗[27]研究基本一致。田间调查时也发现,当有玉米和水稻种植的季节,劳氏黏虫常见于玉米和水稻上,偶尔危害甘蔗,与本试验结果相吻合。郭松景等[11]研究报道,劳氏黏虫取食玉米后雌成虫寿命为 7 d,平均产卵量为 266 粒。而本试验中雌成虫平均寿命为 11.42 d,单雌平均产卵量 1 019.42 粒,结果出现较大差异可能是由于采用的劳氏黏虫种群不同,郭松景等[11]试验中采用的劳氏黏虫为田间种群,而本试验中采用的是田间采集的幼虫经过室内繁殖饲养 1 代后的种群。以稗草为寄主植物时,劳氏黏虫除了雌、雄虫蛹质量低于甘蔗组外,其幼虫发育历期、雌成虫寿命、单雌产卵量等与甘蔗组差异均不显著,并且在稗草上的单雌平均产卵量为 790.50 粒,高于甘蔗组 (665.27 粒),可见劳氏黏虫取食稗草不仅能够正常的生长发育,还具有较强的繁殖能力,稗草是劳氏黏虫合适的中间寄主。吴荣宗[27]认为龄期数目与幼虫食料有关,当劳氏黏虫取食小麦时幼虫期均为 6 龄,而以高粱饲养时为 7 龄,本试验中取食 4 种寄主植物劳氏黏虫幼虫期均以 6 龄为主,但均有个别幼虫蜕皮至 7 龄却不能顺利化蛹的现象,具体原因还有待进一步分析。从研究结果可以看出,与取食稗草和甘蔗相比,取食玉米和水稻的劳氏黏虫不仅在幼虫期发育较快、存活率较高,在蛹质量及产卵量上也相对较重 (高),可见,劳氏黏虫幼虫期的食物不仅对幼虫期生长发育有一定影响,对其种群的增殖也有重要影响。

在昆虫生命表参数中,内禀增长率反映了种群在特定环境下的数量增长能力[28]。劳氏黏虫在玉米、水稻、甘蔗和稗草上的内禀增长率分别为 0.13、0.12、0.10 和 0.10,净增殖率分别为 226.54、211.48、153.71 和 171.83,因此在适宜的条件下劳氏黏虫种群均能够在 4 种寄主植物上增殖,其中在玉米上增

http://xuebao.scau.edu.cn

长最快，其次是水稻。田间调查发现，在冬季，劳氏黏虫常发现于禾本科杂草、稻桩上，待早春宿根蔗发芽开始为害并繁殖，这势必给翌年的农业生产造成威胁。可见，虽然相比之下取食水稻、甘蔗和稗草的种群增长潜能不如玉米，但它们却为劳氏黏虫越冬提供了丰富的食料。因此，建议在收割农作物的同时应及时清理秸秆并清除田边杂草，冬季时深耕勤耙，在春耕时节再翻耕整畦可有效消除越冬的幼虫和蛹，并在宿根蔗萌芽发苗时注意防治劳氏黏虫。

参考文献：

[1] 郭松景, 李世民, 马林平, 等. 劳氏粘虫幼虫在玉米田的空间分布及抽样技术研究[J]. 河南农业大学学报, 2001, 35(3): 245-248.

[2] 胡久义, 樊春艳, 蒋兴华, 等. 暴发性害虫玉米劳氏粘虫发生规律和综合防治[J]. 河南农业, 2007, 5(9): 13.

[3] 陈永林. 几种粘虫的鉴别[J]. 昆虫学报, 1963, 12(1): 10-20.

[4] LI J H. Occurrence law of armyworm in China and its identification and prevention[J]. Plant Dis Pest, 2010, 1(3): 31-36.

[5] 马丽, 高丽娜, 黄建荣, 等. 黏虫和劳氏黏虫形态特征比较[J]. 植物保护, 2016, 42(4): 142-146.

[6] 李光博. 粘虫的综合防治[C]//中国科学院动物研究所. 中国主要害虫综合防治. 北京: 科学出版社, 1979: 301-319.

[7] 林昌善. 粘虫生理生态学[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990.

[8] 江幸福, 张蕾, 程云霞, 等. 我国粘虫研究现状及发展趋势[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(4): 881-889.

[9] 江幸福, 张蕾, 程云霞, 等. 我国粘虫发生危害新特点及趋势分析[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(6): 1444-1449.

[10] 赵魁杰. 劳氏粘虫地方发生规律初步研究[J]. 应用昆虫学报, 1988, 25(3): 14-16.

[11] 郭松景, 李世民, 马林平, 等. 劳氏粘虫的生物学特性及危害规律研究[J]. 河南农业科学, 2003, 32(9): 37-39.

[12] 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.

[13] 赵冬香, 高景林, 陈宗懋. 植食性昆虫对寄主植物的定向行为研究进展[J]. 热带农业科学, 2004, 24(2): 62-68.

[14] COLEY P D, BATEMAN M L, KURSAR T A. The effects of plant quality on caterpillar growth and defense against natural enemies[J]. Oikos, 2006, 115(2): 219-228.

[15] BARBEHENN R V, PETER C C. Tannins in plant-herbivore interactions[J]. Phytochemistry, 2011, 72(13): 1551-1565.

[16] 张勇, 辛海军, 王开运, 等. 不同寄主植物对棉铃虫生物学特性和抗药性的影响[J]. 中国棉花, 2005, 32(7): 10-12.

[17] 尹姣, 曹雅忠, 罗礼智, 等. 寄主植物对草地螟种群增长的影响[J]. 植物保护学报, 2004, 31(2): 173-178.

[18] 涂业苟, 吴孔明, 薛芳森, 等. 不同寄主植物对斜纹夜蛾生长发育、繁殖及飞行的影响[J]. 棉花学报, 2008, 20(2): 105-109.

[19] 张林林, 李艳红, 仵均祥. 不同寄主植物对小地老虎生长发育和保护酶活性的影响[J]. 应用昆虫学报, 2013, 50(4): 1049-1054.

[20] 张孝羲. 昆虫生态及预测预报[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2002: 77-220.

[21] 唐启义, 冯明光. 应用统计分析和数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

[22] 黄明度, 谭文捷. 介绍威布尔分布作为模拟昆虫存活率曲线的模型[J]. 昆虫天敌, 1987, 9(1): 50-53.

[23] 姜玉英, 李春广, 曾娟, 等. 我国粘虫发生概况: 60 年回顾[J]. 应用昆虫学报, 2014(4): 890-898.

[24] 广西壮族自治区统计局. 2016 年广西统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2016.

[25] LIU Z, LI D, GONG P, et al. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants[J]. Environ Entomol, 2004, 33(6): 1570-1576.

[26] DOSDALL L M, ULMER B J. Feeding, development, and oviposition of bertha armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on different host plant species[J]. Environ Entomol, 2004, 33(3): 756-764.

[27] 吴荣宗. 劳氏粘虫的初步研究[J]. 昆虫学报, 1962, 11(2): 164-164.

[28] 刘树生. 昆虫生命表制作与分析中的几个问题[J]. 应用昆虫学报, 1986, 35(1): 43-45.

【责任编辑　霍　欢】

http://xuebao.scau.edu.cn